

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UM PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO QFD

**Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção
do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas**

FELIPE EUGÊNIO KICH GONTIJO



0.266.073-1



UFSC-BU

Florianópolis, 20 de dezembro de 1995

Defesa : 28/02/96

UM PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO *QFD*

FELIPE EUGÊNIO KICH GONTIJO

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

MESTRE EM ENGENHARIA

ESPECIALIDADE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA NA SUA FORMA
FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

BANCA EXAMINADORA:



PROF. RICARDO MIRANDA BARCIA, PH.D.
COORDENADOR DO CURSO



PROF. ÉDSON PALADINI, DR.
ORIENTADOR



PROF. BRUNO HARTMUT KOPITTKE, DR.

PROF. PLÍNIO STANGE, PH.D.
(*IN MEMORIAN*)

AGRADECIMENTOS

A conclusão do presente trabalho não seria possível sem o apoio e a ajuda de muitas pessoas. Gostaria de declarar meu sincero agradecimento, a todos que, de forma direta ou indireta tiveram participação. Na impossibilidade de citar todos os nomes que gostaria, listarei apenas alguns.

À Guilherme Ney Capráccio e Felipe Grael, pela apresentação ao tema e inspiração para o projeto inicial de dissertação.

Ao Prof. Edson Paladini, pela ajuda na elaboração do projeto inicial, pela orientação prestada, pela liberdade de atuação concedida, e pelos comentários finais. Aos Prof. Bruno Koppitke e Plínio Stange, por terem aceito compor a banca de defesa, e pelo paciente trabalho de revisão e sugestões do texto final.

À Sandra Nebelung, por ter prestado apoio durante a fase final do trabalho, e pelo inestimável empréstimo do micro-computador, sem o qual teria sido impossível a conclusão no prazo previsto.

À Ana Cláudia pelos serviços de diagramação prestados na fase final.

A Márcio Gross Dginkel pela revisão ortográfica e semântica do texto final.

Em especial, à Karin, Viviane, Loren, Mariela, Luciane, Kátia, Ana Carolina, Ariane, Ana Lúcia, Ana Cláudia, Samantha, Neiva, Juliana, Cristiana, Sandra, que tive prazer de conhecer durante a realização do trabalho.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
1.2 - ORIGEM DO TRABALHO.....	02
1.3 - OBJETIVO DO TRABALHO.....	03
1.4 - FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE.....	04
1.5 - IMPORTÂNCIA DO TRABALHO.....	04
1.6 - ESTRUTURA DO TRABALHO.....	05
2. UMA METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS...07	
2.1 - A SATISFAÇÃO COMO META.....	07
2.2 - O INVESTIMENTO EM TECNOLOGIAS PARA A QUALIDADE.....	08
2.3 - O CLIENTE COMO ALVO PRINCIPAL.....	09
2.4 - O CLIENTE DENTRO DO PROCESSO.....	10
2.5 - O QFD COMO SOLUÇÃO.....	11
3. O DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD).....	13
3.1 - O SIGNIFICADO DE QFD.....	13
3.1.1 - Idéias básicas sobre o QFD.....	14
3.1.2 - Definições do QFD.....	15
3.1.3 - Ação do QFD.....	17
3.2 - HISTÓRICO DO QFD.....	17
3.3 - ABORDAGENS DO QFD.....	19
3.3.1 - A abordagem de Akao.....	20
3.3.2 - A abordagem de King.....	21
3.3.3 - A abordagem de Macabe.....	22

3.3.4 - Comentários sobre as abordagens.....	23
3.4 - OS RESULTADOS ESPERADOS.....	25
4. O CLIENTE NO PROCESSO.....	26
4.1 - A IMPORTÂNCIA DO CLIENTE.....	26
4.2 - A VOZ DO CONSUMIDOR.....	27
4.2.1 - Classificação do cliente.....	28
4.2.2 - Perfil do cliente.....	29
4.2.3 - Níveis de exigência.....	29
4.2.4 - Necessidades do Cliente.....	31
4.2.5 - Conceito de produto.....	32
4.2.6 - Níveis de percepção da Qualidade.....	33
4.2.7 - Tratamento das informações.....	35
4.3 - CONCLUSÕES DO CAPÍTULO.....	36
5. O MODELO QFD.....	37
5.1 - O MODELO UTILIZADO.....	37
5.2 - TERMINOLOGIA DO QFD.....	37
5.3 - AS QUATRO FASES DO QFD.....	39
5.3.1 - Fase de Planejamento do Produto.....	41
5.3.2 - Fase de Desenvolvimento do Projeto.....	41
5.3.3 - Fase de Planejamento do Processo.....	42
5.3.4 - Fase de Planejamento da Produção.....	44
5.4 - RESTRIÇÕES DO QFD.....	44
6. A APLICAÇÃO DO QFD EM SISTEMAS ESPECIALISTAS.....	52
6.1 - INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	52
6.2 - SISTEMAS ESPECIALISTAS.....	53

6.2.1 - Definições de Sistemas Especialistas.....	53
6.2.2 - Aplicações dos sistemas especialistas.....	54
6.2.3 - Engenharia do Conhecimento e a Aquisição do conhecimento.....	55
6.2.4 - Arquitetura de um Sistema especialista.....	56
6.3 - DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA ESPECIALISTA.....	57
6.3.1 - Justificativa para a construção do sistema especialista	57
6.3.2 - Escolha de ferramentas.....	58
6.3.3 - Características da "shell"	59
6.3.4 - Desenvolvimento do sistema especialista.....	60
6.4 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA.....	61
 7. FERRAMENTAS AUXILIARES AO QFD.....	 65
7.1 - ANÁLISE LINGUÍSTICA	65
7.2 - DIAGRAMA DE AFINIDADES.....	66
7.3 - DIAGRAMA DE RELAÇÕES.....	66
7.4 - DIAGRAMA ÁRVORE	67
7.5 - BRAINSTORMING.....	68
7.6 -BENCHMARK.....	69
7.7 -ANALISE DO VALOR E A ENGENHARIA DO VALOR.....	70
7.8 - FMEA.....	72
7.9 - MÉTODO TAGUCHI.....	75
7.10 - CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	77
 8. MODELO PARA A APLICAÇÃO DO QFD.....	 78
8.1 - ABORDAGEM BÁSICA PARA O DESENVOLVIMENTO DO MODELO.....	78
8.2 - O CICLO PDCA.....	79
8.3 -O MODELO PROPOSTO.....	80
8.3.1 - Declaração de objetivos.....	82

8.3.2 - Identificação dos clientes.....	83
8.3.3 - Extração das necessidades dos clientes.....	84
8.3.4 - Processamento o dos requisitos dos clientes.....	85
8.3.5 - Planejamento do produto.....	87
8.3.6 - Planejamento do projeto.....	88
8.3.7 - Planejamento da fabricação.....	89
8.3.8 - Planejamento da produção.....	91
8.3.9 - Desenvolver medições e estabelecer metas.....	92
8.3.10- As Outras etapas do modelo.....	92
 9. ESTUDO DE CASO.....	 95
 10.CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	 99
10.1 - O QFD COMO FERRAMENTA PARA A QUALIDADE.....	99
10.2 - A UTILIZAÇÃO EM SISTEMAS ESPECIALISTAS.....	100
10.3 - O MODELO DE IMPLANTAÇÃO DO QFD.....	101
 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 103
 12. BIBLIOGRAFIA.....	 106
 13. APÊNDICE.....	 112

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Divisão do tempo para um projeto de Qualidade.....	12
Figura 3.1 - Planejamento da Matriz das Matrizes de Bob King.....	21
Figura 3.2 - Tabela de comparação entre abordagens.....	23
Figura 4.1 - Níveis de satisfação do cliente.....	30
Figura 4.2 - Modelo de Kano para a satisfação do cliente.....	34
Figura 5.1 - Componentes do QFD	38
Figura 5.2 - Interlocução do cliente e a produção através do QFD.....	43
Figura 5.3 - Diagrama de etapas do QFD.....	45
Figura 6.1 - Componentes básicos do sistema especialista.....	56
Figura 6.2 - Algoritmo com a sequência de perguntas do SE_QFD.....	63
Figura 7.1 - Diagrama de Afinidades para um produto genérico	66
Figura 7.2 - Exemplo de Diagrama de Relação	67
Figura 7.3 - Exemplo de Diagrama de Árvore	68
Figura 7.4 - Análise e Engenharia de Valor como ferramenta para o QFD.....	71
Figura 7.5 - Análise de Modos e Falhas.....	74
Figura 8.1 - Ciclo PDCA para o controle do processo.....	80
Figura 8.2 - Modelo de Implantação Do QFD.....	94

LISTA DE SIGLAS

QFD - Desdobramento da Função Qualidade

TQC - Controle Total da Qualidade

II - Índice de Importância

PDCA - Ciclo de atividades de planejar, executar, verificar, e tomar ações corretivas

AV/EV - Análise do Valor e Engenharia do Valor

FMEA - Análise do Modo de Falha e Efeitos

ACC - Avaliação Competitiva do Cliente

ACT - Avaliação Técnica Competitiva

SE - Sistemas Especialistas

RESUMO

A globalização traz ao Brasil a oportunidade e o desafio de concorrer em mercados maiores e mais especializados. Para se tornar competitivo a nível mundial, é necessária a incorporação de novas técnicas, que permitam o desenvolvimento rápido, direcional e otimizado em custos de produção.

O QFD (Desdobramento da Função Qualidade) é uma destas técnicas, que cria um mecanismo de resposta rápida frente às mudanças do mercado.

Para sua implantação em uma organização, propõe-se o modelo de Juran, que propõe a qualidade desde o projeto do produto.

E, para tornar mais rápida esta técnica, propõe-se a sua utilização em sistemas especialistas, capazes de montar planilhas e criar bancos de dados.

ABSTRACT

Globalization provides Brazil with the opportunity and the challenge of competing in broader and more specialized markets. For Brazil to become more competitive on a world level, it is necessary to incorporate new techniques which will allow for a faster, goal-oriented and optimized development in product costs.

The QFD (Quality Function Deployment) is one of these techniques that creates a device for quick answers needed for dealing with market changes. In order to implement this technique in an organization, The Juran Model is proposed.

And, to make this technique faster, we propose its utilization in expert systems which set up tables and creates data banks.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações Gerais

Vivemos uma nova realidade econômica: a estrutura política em vigor no país e no mundo, difere em muito das antigas, de cunho protecionista, onde o Estado defendia reservas de mercado para empresas nacionais, que tinham liberdade quase total para impor aos consumidores, seus produtos ultrapassados a custos elevados, a título de que protegendo essas empresas nacionais estaria protegendo a economia nacional. Por outro lado, o Estado e as empresas japonesas perceberam que poderiam ganhar grandes mercados consumidores pela preferência de seus produtos através da diferenciação pela Qualidade.

O Brasil vive hoje um ambiente altamente competitivo, e essa situação tende a crescer cada vez mais nos próximos anos. Com a abertura às importações de determinados setores, com a formação do Mercosul e com a queda de algumas barreiras alfandegárias, a indústria nacional se mostrou frágil e antiquada para os níveis internacionais de competição. E com isso abriu-se também uma nova realidade para o consumidor brasileiro, que percebeu existir a possibilidade de obter melhores produtos a menores preços, tornando-se cada vez mais exigente em relação às alternativas apresentadas pelo mercado, e aos níveis cada vez maiores de Qualidade.

Devido a esta conjuntura vivemos numa época em que o sucesso de uma empresa ou de um produto depende de sua Qualidade, já que ela representa vantagem competitiva. Isso representa uma mudança do enfoque tradicional, onde se colocava o lucro como meta principal. Primando-se pela Qualidade, alcança-se competitividade, e o lucro passa a ser uma consequência.

Esse conceito se aplica não só para indústrias manufatureiras, de onde surgiu, mas também para empresas de serviços, para as áreas administrativas das organizações tal como para todas as outras áreas das empresas e da sociedade. Segundo EUREKA [5]

"...a competitividade é o novo paradigma...", e essa competitividade é alcançada através da Qualidade, que por sua vez depende da adequação do produto às necessidades do consumidor

A solução encontrada para atuar nesse mercado altamente competitivo foi conseguir dar resposta rápida na diversificação e diferenciação de novos produtos lançados no mercado, a exemplo da indústria automobilística brasileira que deu um salto em termos de Qualidade e competitividade a partir do Governo Collor que expôs esse mercado às importações. Essa nova mentalidade empresarial vislumbrou nova realidade mundial: a competitividade como um elemento dinâmico e mutável.

Dentro desse contexto, o setor de desenvolvimento do produto se torna peça fundamental, na melhoria contínua e rápida para a Qualidade. E para atingir esses níveis de Qualidade exigida pelo mercado, o uso de metodologias eficazes e que garantam essas respostas rápidas às mudanças no mercado, são imprescindíveis.

1.2 - Origem do Trabalho

A vantagem competitiva virá mantendo-se um constante aprimoramento do processo de identificação e atendimento das necessidades e expectativas dos clientes quanto aos produtos e serviços requeridos, e da utilização eficiente dos recursos existentes de modo a agregar o máximo de valor ao resultado final.

Para obter os níveis de qualidade desejáveis pelos clientes e ter agilidade para acompanhar as mudanças rápidas do mercado é necessário ter um sistema administrativo moderno e flexível. Para isso, pode-se fazer uso de modernas técnicas e ferramentas, que têm como objetivo, a Qualidade. A escolha de técnicas e ferramentas está ligada à adequação aos objetivos e características empresa.

Uma dessas ferramentas da Qualidade, a metodologia QFD (*Quality Function Deployment*), apresenta uma abordagem de ciclo rápido para o projeto e desenvolvimento de produtos, orientando-os ao consumidor.

Essa ferramenta já foi utilizada com sucesso por várias empresas no mundo

inteiro, como por exemplo a Toyota e a Mitsubishi no Japão e a Ford Motors nos EUA. Embora sendo um conceituado meio de se atingir o TQC, o QFD ainda não é amplamente difundido no Brasil. Por ser uma metodologia que não foi totalmente explicada quanto à sua funcionalidade e aplicabilidade, ela enfrenta algumas reações. Mas apesar de haver reações contrárias à sua utilização, existe a opinião de comum acordo de que o desenvolvimento de muitos produtos não está sendo orientado às necessidades do consumidor.

Por outro lado, a utilização de ferramentas da informática vêm se difundindo, tornando-se indispensável para qualquer empresa que pretenda modernizar-se. Uma das áreas da informática, a Inteligência Artificial possibilita o modelamento do conhecimento humano, apresentando bons resultados. Nas aplicações na Engenharia de Produção, a Inteligência Artificial vem sendo vastamente utilizada em áreas como Programação da Produção, Tomada de Decisão, Desenvolvimento de Produto e outras.

Dessa intercessão surgiu a idéia de se utilizar a metodologia do QFD em Sistema Especialista, capaz de orientar um usuário à tomada de decisão do projeto do produto.

1.3 - Objetivo do Trabalho

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo de aplicação do QFD com o auxílio de sistemas especialistas. A aplicação da metodologia QFD direciona o desenvolvimento do produto, tendo em vista as reais necessidades exigidas pelo consumidor sobre um determinado produto.

Espera-se com isso que o setor de desenvolvimento do produto consiga maior rapidez na obtenção da Qualidade e competitividade, essenciais no novo mercado.

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- 1) Facilitar a utilização de uma ferramenta poderosa (o QFD);
- 2) Oferecer apoio à decisão dado pelo Sistema Especialista;
- 3) Facilitar de operação dada pelo *software*;

- 4) Facilitar a criação de arquivos de históricos de desenvolvimento de produtos dada pelo sistema especialista;
- 5) Difundir da metodologia QFD;
- 6) Gerar um suporte para a implementação do TQC;
- 7) Estruturar um modelo de sistema especialista de QFD;
- 8) Desenvolver um modelo para aplicação do sistema especialista de QFD.

1.4 - Formulação da Hipótese

A dissertação apresentada tem como hipótese principal a ser comprovada:

- na atual estrutura econômica, o cliente é a principal meta a ser atingida, mas os métodos tradicionais não estão indo de encontro às suas necessidades. Sendo o QFD uma ferramenta adequada para obter-se a Qualidade de um produto de acordo com as exigências do cliente, faz-se necessários desenvolver meios para facilitar a sua implantação.

Como hipóteses complementares, tem-se:

- os Sistemas Especialistas são capazes modelar o conhecimento de especialistas humanos, a fim de processar a estrutura metodológica do QFD, provendo apoio à tomada de decisão no que diz respeito ao projeto de produtos. Além disso, a utilização do QFD em microcomputador dá ao usuário uma certa facilidade de aplicação e manipulação de arquivos.
- para a implantação do QFD faz-se necessário o desenvolvimento de um modelo para a sua aplicação. A metodologia pode ser adequada à abordagem de *Qualidade desde o projeto* proposto por JURAN [10], que tem como finalidade, entre outros, a Garantia da Qualidade e o TQC.

1.5 - Importância do Trabalho

O projeto e desenvolvimento de produtos, bem como sua fabricação, tem uma representatividade muito forte na economia de uma empresa. O Brasil, com um grande potencial fabril, encontra-se agora em um processo paulatino de abertura ao mercado mundial, podendo alcançar mercados muito maiores, mas que exigirão maiores índices de competitividade do produto. Isso significa dizer que para sobreviver será necessário buscar ser o melhor num âmbito mundial.

Com essa preocupação, esse trabalho busca apresentar uma contribuição ao setor de projeto e desenvolvimento do produto de forma a maximizar a qualidade e rapidez do desenvolvimento de produtos. Para isso, procuramos meios de facilitar a aplicabilidade do QFD, uma ferramenta já utilizada há algum tempo por muitas empresas no mundo com bons resultados, que tem como objetivo alcançar níveis superiores de Qualidade do produto que é um elemento essencial de competitividade.

1.6 - Estrutura do Trabalho

O desenvolvimento dessa dissertação se inicia com a identificação de uma carência percebida na indústria nacional, que tem apresentado uma fragilidade no setor de desenvolvimento do produto que precisa alcançar níveis internacionais de competitividade. Ainda no primeiro capítulo levanta-se a hipótese de que são necessários meios para facilitar a aplicação do QFD, ferramenta considerada como uma das soluções para o setor.

No segundo capítulo, apresenta-se uma solução para essa carência percebida, através da utilização de tecnologias que tenham como alvo principal a satisfação do cliente. Dentre essas tecnologias, o QFD é apresentada como boa solução.

A partir disso, apresenta-se a metodologia do QFD como uma solução. Foi feito um levantamento bibliográfico onde foram adquiridas todas informações sobre o QFD. Sobre o QFD, explanou-se todo o assunto bem como sua aplicação, sendo ainda

estudadas comparativamente, três abordagens diferentes, e analisadas para avaliar qual seria o modelo conceitual mais apropriado.

No quarto capítulo, enfatiza-se a necessidade de satisfazer o cliente, sendo feito um estudo do cliente e seu comportamento.

Já com o conhecimento das abordagens do QFD e sua utilização, foi feita uma escolha do modelo que melhor se adequou ao uso. Esse modelo foi estudado, definido sua terminologia e feito uma análise de sua estrutura.

A etapa seguinte é a explanação dos motivos que se dêem prerrogativa para se utilizar o Sistema Especialista, no capítulo seis. Iniciou-se então o desenvolvimento do Sistema Especialista, onde se constituiu-se uma ferramenta de aplicação considerada eficaz. Concluindo essa etapa, realizou-se uma aplicação prática para testar sua aplicabilidade e eficácia.

No capítulo sete, foram comentadas algumas das ferramentas auxiliares para serem utilizadas no modelo de implantação do QFD.

Na etapa seguinte, o capítulo oito, partiu-se para o desenvolvimento de um modelo para a implantação do QFD, onde definiu-se quando e onde é utilizado na organização de produção de uma empresa, e como se faz a aquisição de dados para o funcionamento da sistema especialista.

No capítulo nove, apresentamos um estudo de caso visando testar a aplicabilidade do modelo de implantação do QFD.

O capítulo dez finaliza o trabalho, apresentando conclusões sobre o que foi estudado e apontando recomendações para possíveis trabalhos futuros.

2 - A NECESSIDADE DE UMA METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Constatando-se que há uma carência no setor de desenvolvimento do produto, que é percebida principalmente pela falta de adequação e competitividade dos produtos, propõe-se como solução a utilização de tecnologias que garantam a Qualidade, tendo sempre como meta a satisfação das necessidades do cliente.

2.1 - A Satisfação como Meta

Antes da afirmação do conceito de Qualidade como novo paradigma, a principal característica que garantia o sucesso de uma empresa era sua produtividade. A produção em massa garantia menores custo e com isso ganhava-se a concorrência no mercado. Além disso, como a demanda era seguidamente muito maior que a oferta, as empresas lançavam produtos que melhor lhes conviessem, sendo função do cliente adaptar suas necessidades aos produtos oferecidos. Logo, a estratégia adotada era o gerenciamento da empresa orientado para a produção.

A situação se inverteu com a crescente globalização do mercado e a natural multiplicação da oferta de produtos. Assim as empresas entraram em estado de concorrência e as que pretendiam sobreviver perceberam que precisariam adaptar-se às necessidades dos consumidores para conquistar preferência e confiança, caracterizando uma acirrada disputa pelo mercado. Nessa realidade, a estratégia adotada para quem pretende sobreviver é o gerenciamento orientado para o cliente.

Essa situação gerou uma nova mentalidade empresarial; que tem como premissa básica que, num mercado competitivo, a única maneira de impor um produto é por meio de sua Qualidade, que garante uma maior satisfação do cliente.

O cliente, como consumidor de produto ou serviço, está cada vez mais consciente quanto ao custo e valor, tornando-se cada vez mais dinâmico e exigente em relação às alternativas apresentadas pelo mercado, e aos níveis cada vez maiores de Qualidade.

Seguindo essa tendência, o produto ou serviço que não corresponder a essa expectativa não angariará espaço no mercado. Pois essa nova mentalidade consumidora quer ter o que mais o satisfaça pelo menor custo e não aceita mais a hipótese de pagar menos em detrimento da Qualidade. Quando não a encontra em determinado produto vai procurá-lo em outro, aumentando cada vez mais a demanda por Qualidade. E não há outra maneira de conquistar e aumentar a participação no mercado e manter clientes leais. É necessário em tecnologias voltadas para a Qualidade, que vão garantir um maior nível de competitividade futura.

2.2 - O Investimento em Tecnologias para a Qualidade

A Qualidade, como vantagem competitiva, trouxe uma nova ótica para as empresas tradicionais, que sempre a viram como elemento conflitante com o custo, adequação e produtividade. Isso porque essas empresas gastam pouco tempo no desenvolvimento do produto e muito tempo no retrabalho, e não perceberam que a maior parte dos defeitos ocorrem na fase de desenvolvimento do produto. Seguindo esse procedimento, grande parte da força produtiva da empresa fica comprometida com o retrabalho, não produzindo nada substancial. Isso significa aumento de custo, pois essa parcela da fábrica poderia estar produzindo com garantia da Qualidade no processo.

Sendo assim, é necessário investir em tecnologias de desenvolvimento de produtos que os tornem mais competitivos. E quando refere-se a tecnologias, não deve-se pensar apenas em máquinas, equipamentos modernos, informática, automatização, que trazem um alto custo para sua implantação, mas também em metodologias de trabalhos que visem organização, produtividade e Qualidade.

A escolha da tecnologia a ser utilizada deve ser bem estudada, pois o investimento em novas tecnologias faz com que importantes recursos são gastos. No caso de desenvolvimento de produtos a principal meta é a identificação da necessidade do cliente e adequação do produto. Assim, as tecnologias adotadas pela empresa devem ter como alvo o cliente, atuando ao longo do desenvolvimento e aperfeiçoamento do produto.

2.3 - O Cliente como Alvo Principal

Sendo o cliente o alvo principal do investimento em tecnologias para a Qualidade, o desenvolvimento do produto não deve se limitar apenas a satisfazer às necessidades esperadas. Deve trazer benefícios agregados, criar novas necessidades e com isso ganhar a preferência no mercado.

Não se deve investir simplesmente em tecnologias da Qualidade, quando não se sabe ao certo *quem* é o cliente e *como* ele espera essa Qualidade.

Segundo RAMASWANY[13], para desenvolver produtos com sucesso, deve-se considerar a "*voz do consumidor*" explicitamente no processo de projeto.

Na maioria das vezes, a orientação da evolução de um produto leva em conta somente: a opinião ou a suposição dos engenheiros de projeto a respeito do que o cliente espera de um produto; o resultado das pesquisas de *marketing*, que muitas vezes não conseguem traduzir na essência as verdadeiras aspirações do cliente; dados errôneos do setor de vendas, que muitas vezes não estão preparados para traduzir as necessidades dos clientes; ou a formulação de uma situação e de um cliente hipotético, que pode estar bem distante da realidade do cliente e do uso do produto. E segundo RAMASWAMY[13] "está ficando evidente, na prática industrial, que o desejo do consumidor é obtido do contato real com os mesmos e que projetistas freqüentemente erram quando tentam prever o que os consumidores querem"

Assim as necessidades do cliente podem facilmente sofrer distorções na sua interpretação pela distância que se mantém durante o ciclo de desenvolvimento do

produto, ou pela ambigüidade causadas por interpretações distintas, já que a opinião do cliente passa por diferentes departamentos e setores da empresa até chegar na mudança do produto final. Além disso, nem sempre se sabe como se satisfazer o cliente. Assim, apesar de ser o alvo estratégico que ocasionou a ação, o cliente permanece distante desse processo de mudança e evolução do produto. E um cliente perdido por Qualidade pode nunca mais ser recuperado e ainda influenciar outros mais.

2.4 - O Cliente dentro do Processo

Sendo o cliente o alvo estratégico que orienta a produção e evolução da empresa, é necessário ouvir suas reivindicações. Mas grande dificuldade encontrada pelas empresas tradicionais é entender o que o cliente realmente quer, para poder incluir produto final.

O cliente, que coloca seus problemas em linguagem simples e usual, que não está habituado à linguagem de uma linha de projeto ou do chão de fábrica, e na maioria das vezes nem sabe o que precisa ser feito tecnicamente para obter o resultado pretendido. O cliente que não sabe como mensurar suas opiniões, nem definir padrões de comparação não triviais. E que não sabe nem exatamente quais são suas aspirações, nem conhece os meios de torná-las conhecidas à empresa.

Para conseguir que as reivindicações que sejam pertinentes participem do desenvolvimento do produto, são necessárias duas atitudes: a utilização de metodologias e ferramentas que consigam captar a "*voz do cliente*" e incuti-la no produto, e um estudo aprofundado sobre o cliente. A idéia central da Qualidade não é desenvolver produtos perfeitos e sim adequados ao uso, que para a empresa reflète como produtos competitivos. Então a empresa deve estar preparada para interpretar os anseios do consumidor, saber o que realmente ele necessita, e se as mudanças necessárias para a adequação do produto trarão um retorno favorável à empresa, para depois incluí-los no produto.

Sem esse estudo do cliente e seus anseios, e de uma metodologia adequada para

desenvolver projetos e processos sob orientação para o cliente, a empresa corre o risco de conhecê-los pelo sucesso de sua concorrência

2.5 - O QFD como Solução

Uma das ferramentas da Qualidade, o QFD (Quality Function Deployment) ou Desdobramento da Função Qualidade, surge como solução para a orientação desenvolvimento de produtos e processos voltada para o cliente, de forma fácil, rápida e organizada. A metodologia possui a característica de captar estas necessidades, expectativas e desejos do consumidor e traduzi-las para todos os processos da organização, de forma a garantir a qualidade requerida pelo cliente em cada etapa do processo. Um detalhamento mais completo do QFD é feito no item 3.1.

De acordo com EUREKA[5], a escolha do QFD como ferramenta de projeto deveu-se ao fato de que este método permite executar uma mais correta tradução das vontades e necessidades dos consumidores diretos, de natureza essencialmente abstratas, em metas de projeto, de natureza quantitativa. Os autores afirmam ainda que "essa técnica permite a introdução das necessidades dos consumidores nos projetos dos produtos e serviços. Através do QFD, equipes multidisciplinares, envolvendo principalmente os especialistas em Qualidade, *Marketing*, e Engenharia de Processo e Produto, identificam e qualificam os diversos requisitos que satisfarão os clientes. E ainda, a técnica permite a comparação permanente da situação das empresas, em cada requisito, frente à concorrência."

Segundo esse autor, o QFD, "... mais do que uma metodologia, representa a mudança de paradigma do controle de manufatura tradicional, onde não se despende muito tempo na concepção e projeto e pretende-se concertar os problemas interativamente durante sua produção, para o controle de qualidade do projeto do produto, que tem início na definição do processo de desenvolvimento do produto, projetando a Qualidade dentro do produto".

O QFD, "... troca a abordagem reativa do controle da Qualidade, que se traduz em remediar, para uma abordagem de natureza operativa - prevenir...." e "..., mais do que uma metodologia, o QFD representa a mudança de paradigma do controle de manufatura tradicional, onde não se despende muito tempo na concepção e projeto e pretende-se concertar os problemas interativamente durante sua produção, para um controle de qualidade do projeto do produto, que tem início na definição do processo de desenvolvimento do produto, projetando a Qualidade dentro do produto. "EUREKA[5]

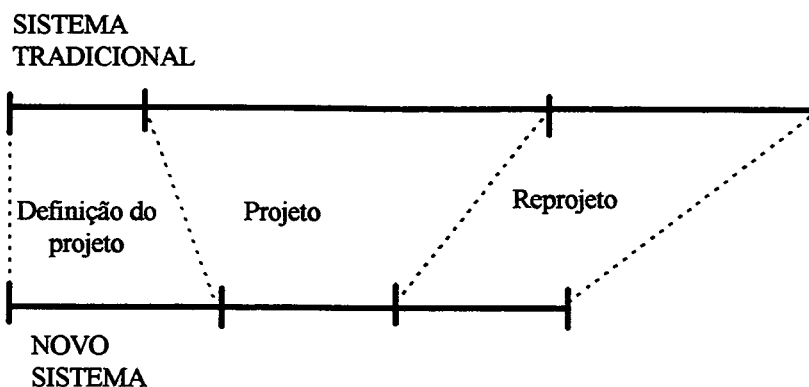


Fig. 2.1 - Divisão de tempo do Planejamento para a Qualidade

Os benefícios a curto prazo conseguidos pelo QFD incluem ciclos mais rápidos de desenvolvimento do produto, menos mudanças em projetos e menos problemas iniciais, melhoria da Qualidade e da confiabilidade, economia de custos através da otimização do projeto e do processo do produto. Quando o processo é corretamente utilizado, cria um ciclo fechado de melhoria contínua de custo, Qualidade e adequação, produtividade, lucratividade e posição de mercado. EUREKA[5]

3 - O DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD)

O QFD é uma metodologia de trabalho que procura desenvolver o produto de acordo com as reivindicações do cliente. O seu estudo atingiu tal amplitude que, existem vários nomes diferentes para referir-se à metodologia, e até diferentes abordagens e aplicações. Nesse capítulo, procura-se mostrar o que é o QFD sobre diferentes óticas e seu estado atual.

3.1 - O Significado de QFD

Segundo MIRSHAWKA[11] durante muitos anos o QFD foi rotulado com vários nomes, tais quais, Voz do Cliente, Casa da Qualidade, Engenharia Voltada para o Cliente, Planejamento Matricial do Produto, Matriz de Decisão, entre outros. Mas todos esses nomes não conseguem definir a metodologia em sua totalidade.

Essa má utilização da terminologia QFD passou a existir a partir de sua introdução nos EUA. Existe uma corrente de estudiosos que considera errônea a utilização do termo QFD como ele tem sido proposto nos países ocidentais. Para estes estudiosos, o termo *Quality Function Deployment* é muito restrito, pois representa apenas uma das fases do desdobramento da qualidade. Por isto sugerem que a metodologia fosse chamada apenas de Desdobramento da Qualidade. Este é um termo mais amplo e engloba todas as fases de desdobramento existentes.

Segundo EUREKA[5], a utilização do termo *Desdobramento da Função Qualidade*, é bastante incompleta e comunmente mal entendida em sua totalidade, pois deriva da tradução incompleta de um termo em japonês, onde é representada por três unidades com dois caracteres e cada uma dessas palavras têm vários significados, a saber:

- *hin shitsu* - qualidade, qualidades, característica, atributo;
- *ki no* - função, mecanização;

- *ten kai* - desdobramento, evolução, desenvolvimento, difusão.

Uma tradução literal pode não descrever o que é realmente o processo do QFD. Isso porque, na língua japonesa é difícil determinar se uma palavra está no singular ou plural. Assim, o termo *hin shitsu* que é sinônimo de qualidade, característica ou atributo, e não de Qualidade, podendo ainda ser aplicado tanto no singular quanto no plural, o que aumenta a gama de possibilidades de significados. O mesmo acontece com os outros termos.

3.1.1 - Idéias básicas sobre o QFD

Existem várias definições por diferentes autores, que tentam esclarecer de maneira mais ampla o significado do termo QFD :

Mizuno apud KING[6], define o desdobramento da função qualidade como um desdobramento, passo a passo, em funções ou operações que determinam a qualidade, sistematicamente com procedimentos objetivos, mais que com procedimentos subjetivos.

MIRSHAWKA[11], apresenta três definições para o QFD:

"O QFD é uma forma destacada de escutar os clientes para aprender exatamente o que eles querem, para determinar qual é a melhor maneira de atender aos seus desejos com os recursos disponíveis.

"O QFD é um sistema para traduzir a voz do cliente (VC) em requisitos adequados para a empresa através de todo o ciclo do desenvolvimento do produto.

"O QFD é um sistema para projetar um produto ou serviço baseando-se nas demandas do cliente e envolvendo todos os membros do fabricante ou das organizações fornecedoras."

Para MARTORANO[7], o QFD "representa uma abordagem preventiva da qualidade, onde se trabalha com metas determinadas em função das necessidades dos consumidores, que são desdobradas por entre atividades relacionadas com o ciclo de vida do produto".

Para AKAO[1], o precursor da metodologia desenvolvida no estaleiro Kobe, "o QFD pode ser definido como a conversão das demandas dos consumidores em características de qualidade para o produto acabado ao sistematicamente desdobrar as relações entre as demandas e as características, começando com a qualidade de cada componente funcional e estendendo o desdobramento para a qualidade de cada parte ou processo. A qualidade total do produto será formada através desta rede de informações".

Para EUREKA[5], o QFD é um sistema que traduz as necessidades dos clientes em apropriados requisitos para a empresa, em cada estágio do ciclo de desenvolvimento de um produto ou serviço, desde a pesquisa e desenvolvimento até a engenharia, produção, *marketing*, vendas e distribuições.

Em outra definição desse autor, o QFD "...é um caminho sistemático para garantir que o desenvolvimento das características e especificações do produto, bem como desenvolvimento de metodologias, processo e controles, sejam orientados pelas necessidades do consumidor".

3.1.2 - Definição do QFD

Mesmo as considerações citadas anteriormente ainda não definem na íntegra, o significado global do QFD. Para MARTORANO[7] "o QFD conhecido no Ocidente não se trata do desdobramento da função qualidade, mas sim das ferramentas que são utilizadas para conceber a qualidade necessária ao produto, ou seja, é o desdobramento da qualidade do produto".

Assim, torna-se necessário definir de forma mais profunda o significado e abrangência do termo.

No *Desdobramento da Função Qualidade* o segundo termo "*Função Qualidade*", de acordo com JURAN[10], se refere à Qualidade de um produto e todas as operações e atividades necessárias para chegar a ela, durante o ciclo de vida do produto, que compreende o período desde sua concepção até o seu consumo final. Nessa etapa é

feita uma análise geral de cada etapa do ciclo de vida do produto, revisando-o todo, e então se define as mudanças necessárias para a melhoria da Qualidade.

Durante a utilização da metodologia essa "*Função Qualidade*" é dissecada, ou "*Desdobrada*", para se definir e conseguir a Qualidade desejada pelo cliente. Sendo assim, o QFD está inserido no TQC, como afirma KING[6], sendo um subsistema da Garantia da Qualidade, que por sua vez está ligada ao gerenciamento multifuncional. Cabe a este gerenciamento a "supervisão das atividades interdivisionais e pode ser considerado como uma atividade do controle total visando atingir objetivos específicos, envolvendo as atividades baseadas na cooperação interdivisional".

Para explicar de modo mais claro, AKAO[1] afirma que o QFD pode ser dividido em duas atividades gerais:

1) Desdobramento da qualidade - atividades necessárias para converter a qualidade requerida pelo consumidor, que pode estar mal ou parcialmente definida, em características de qualidade que irão determinar a qualidade de projeto do produto. Se inicia a partir da qualidade, desdobrada até a forma de função qualidade, que são especificações do produto.

2) Desdobramento da função qualidade - atividades necessárias para assegurar que a qualidade requerida pelo consumidor seja alcançada. Se inicia pelas funções qualidade, desdobradas até a forma de especificações de projeto.

Para Mizuno (In: MARTORANO[7]) o objetivo do QFD é assegurar a qualidade do produto, desde a sua concepção estendendo o controle de qualidade a todas atividades relacionadas com o ciclo de vida do produto. Estas atividades deveriam então ser desdobradas em inúmeras atividades intermediárias, sendo decidido o objetivo e quem irá desempenhar cada uma destas funções.

Segundo EUREKA[5], "o QFD não é uma ferramenta da Qualidade, embora possa, certamente, trazer a melhoria da Qualidade no sentido mais amplo da palavra; é, isto sim, uma ferramenta de Planejamento visivelmente poderosa" e mais "o QFD pode conduzir a uma efetiva geração de tecnologia em resposta às necessidades dos clientes, resultando em investimentos tecnológicos que agregam valor aos produtos manufaturados".

3.1.3 - Ação do QFD

EUREKA[5] afirma que "O QFD ajuda na obtenção do produto com a Qualidade definida pelo cliente, pela clara definição dos objetivos das tarefas necessárias para alcançá-la " e que "o QFD faz parte de um processo em que se traduzem as necessidades do cliente em requisitos técnicos para cada etapa do desenvolvimento do produto. O QFD prioriza as características do produto e do processo de fabricação e destaca as áreas que requerem maior análise. Assim desdobra-se a voz do cliente para melhor determinar os atributos importantes de um produto. A partir disso, os engenheiros projetam e fabricam de acordo com os objetivos estipulados, procurando reduzir, na fase final, os desperdícios e as variações desses objetivos, resultando num alto e consistente desempenho do produto durante a sua vida útil".

Segundo esse autor, "dando ênfase aos esforços no desenvolvimento do produto, concentra-se no planejamento e na prevenção de problemas, e não na solução de problemas". O QFD é uma das metodologias usadas para fazer a transição do enfoque reativo para o preventivo - mudando o sentido do enfoque, antes orientado para o controle da Qualidade na fabricação, para o controle da Qualidade na fase de projeto do produto, de modo que resulte num desempenho consistente que satisfaça o cliente.

O QFD é também uma metodologia preventiva, permitindo avaliar uma probabilidade de falha ou mesmo de sucesso. Com o QFD pode-se identificar mudanças que devem ser feitas durante sua fase de concepção. Os especialistas chegam a destacar que 80% dos custos globais são devidos à fase de projeto e os restantes são gastos durante a manufatura ou a implementação de um serviço.

3.2 - O Histórico do QFD

Em meados da década de 60, no Japão, o Eng. Akao inicia estudos sobre a utilização de cartas e matrizes afirmando que as características críticas de qualidade

definidas pelo consumidor, deveriam ser transferidas para as etapas de projeto e manufatura dos produtos.

Paralelamente a esses estudos, a empresa Mitsubishi buscava, através do governo japonês uma metodologia que facilitasse o complexo processo de construção de navios-tanque. "O governo, por sua vez, recorreu aos professores universitários de suas melhores faculdades para que criassem um sistema que assegurasse que cada etapa do processo de construção estivesse efetivamente ligada a uma particular exigência do cliente."(MIRSHAWKA[11]).

Em 1972, apareceu o primeiro trabalho escrito sobre este tema, sob o título de "Desenvolvimento e Garantia da Qualidade de Novos Produtos: Um Sistema de Desdobramento da Qualidade". Neste mesmo ano as idéias do Dr. Akao começaram a ser aplicados pelos Drs. Mizumo e Furukawa no estaleiro Kobe pertencente ao grupo Mitsubishi. O sucesso da utilização o QFD nesta empresa difundiu o método por todo país. O primeiro livro com o título de "Desdobramento da Função Qualidade: Enfoque para Controle da Qualidade Total" foi publicado em 1978, escrito pelos Drs. Shigeru Mizuno e Yoji Akao.

No decorrer dessa década, as aplicações com sucesso do QFD por empresas como a Mitsubishi e a Toyota fazem com que a técnica difunda-se rapidamente no Japão, tanto em outros setores da indústria como em prestadoras de serviços.

Em 1983, uma delegação japonesa dirigida pelo Dr. Ishikawa a leva para a Ford Motors Co. A partir deste que foi o primeiro contato americano com o QFD, a ASI (American Supplier Institute) organizou uma série de missões técnicas para o Japão com o intuito de melhor conhecer a metodologia e suas aplicações *in loco*.

Ainda nesse ano, Akao conduziu um seminário de quatro dias em Chicago sobre o assunto. Em outubro, a revista Quality Progress trouxe um artigo em que colocava o QFD como parte integrante do TQC.

A partir das experiências de Clausing, Fuji-Xerox, a técnica passa a ser utilizada pela Ford (EUA). Vários artigos são publicados na Quality Progress explorando a filosofia e os mecanismos de desdobramento. Em 1987, o Dr. Akao escreve e publica seu segundo livro, publicado nos EUA em 1990 com o título: "Quality Function Deployment -

QFD: Integrating Customer Requirements into Product Design”, esta obra é de grande importância, tendo em vista a quantidade de exemplos de implementação da metodologia em diversos setores de negócios.

Em 1987 é lançado o primeiro livro sobre o QFD nos EUA escrito por Bob King, sob o título "Better designs in half the time - Implementing QFD in America". Neste livro, King apresenta o resultado de seus estudos com o Dr. Akao, no Japão, e introduz algumas modificações na sistemática de Akao. Com a publicação destes dois livros o QFD passa a ter rápida difusão como metodologia de projeto e desenvolvimento de produtos nos países industrializados do mundo ocidental. No Brasil o QFD só começou a ser estudado no final da década de 80.

CLAUSING[3] aponta algumas empresas que adotaram o QFD, como a Digital Equipment, Hewlett-Packard, AT&T, Ford e General Motors; também mostram como a Casa da Qualidade tem sido utilizada com sucesso pelas empresas japonesas, exemplificando o caso da Toyota.

MIRSHAWKA[11] citam que há um bom tempo a Ford e a General Motors usam o QFD e estão estimulando que seus fornecedores façam o mesmo, não só nos EUA, mas em todos os países do mundo. Segundo os autores, no Brasil, com o auxílio de empresas de consultoria, já existem algumas organizações bem iniciadas e com excelentes resultados, como a Agrocere, que reorganizou as áreas comercial e financeira, conseguindo reduzir de 14 para 7 dias, os prazos entre emissão de pedidos e faturamento; a Sotreq, que unificou as equipes de vendas de tratores, peças e serviços, que atuavam separadamente até o começo de 1993; a Climax, que modificou o processo de distribuição de mercadorias na fábrica de São Carlos (SP) e economizou US\$ 600.000 por ano com a armazenagem e diminuiu de 10 para 5 dias, o prazo de atendimento.

3.3 - Abordagens do QFD

O QFD foi criado a partir de evoluções de sistemas de qualidade no Japão, e por isso existem várias abordagens. As três principais abordagens da metodologia,

assemelham-se muito entre seus mecanismos, diferindo entre si nas etapas propostas para a execução dos desdobramentos, no número de etapas de correlação de variáveis (matrizes) utilizadas e no uso de ferramentas auxiliares. A diferença está no modelo conceitual que define um plano de direção que o estudo deve seguir para se alcançar os objetivos.

3.3.1 - Abordagem de Akao

Idealizador da metodologia, Akao propõe sua abordagem de forma bem abrangente, incluindo quatro perspectivas: desdobramento da função qualidade, desdobramento da tecnologia, desdobramento da confiabilidade e desdobramento do custo. Akao sugere a utilização destes quatro desdobramentos para um estudo completo sobre um determinado produto. É importante frisar neste momento que quatro fases de desdobramento não implicam em quatro matrizes, para cada um dos desdobramentos.

O autor sugere uma série de matrizes, que são definidas dependendo dos parâmetros do projeto, e são desenvolvidas numa fase inicial, denominada *projeto conceitual do QFD*. Portanto, o modelo de QFD para cada produto tem características próprias.

Para a execução das matrizes, o autor sugere a utilização de técnicas como a Engenharia e Análise do Valor, a Engenharia de Gargalos, a Metodologia Taguchi, Delineamento de Experimentos, Análise de Árvore de Falhas (FTA) e Análise de Modo Efeito de Falhas (FMEA) compondo assim um sistema estruturado para gerenciar o desenvolvimento de produtos e serviços com um enfoque voltado para as necessidades do consumidor. AKAO[1]).

3.3.2 - Abordagem de Bob King

King re-arranjou a metodologia do QFD proposta por Akao de forma clara e sucinta, onde definiu uma estrutura denominada de "Matriz das Matrizes", onde as matrizes são organizadas formando uma nova matriz de onde se desenvolve o trabalho.

A abordagem sugerida por King sugere uma esquematização dos desdobramentos de maneira mais ordenada, definindo caminhos a serem percorridos por entre as matrizes, para se alcançar o objetivo final do trabalho. E ainda incluiu o conceito de Método de Seleção de escocês Stuart Pugh .

Objetivo a ser alcançado	Matrizes usadas
Analisar as demandas dos consumidores	A1, B1, D1, E1
Análise crítica das funções	A2, C2, D2, E2
Definir características de qualidade	A1, A2, A3, A4
	B3, B4, C3, D3, E3
Identificar partes críticas	A4, B4, C4, E4
Definir alvos para o rompimento	C1, B2, B3, B4
Definir alvos de custo	B1, C2, C3, C4
Definir alvos de confiabilidade	D1, D2, D3, D4
Selecionar novos conceitos	E1, E2, E3, E4
Identificar métodos de rompimento	D4, F1, F2, F3
Identificar métodos para fabricação	G1, G2, G3, G4, G5, G6

Fig. 3.1 - Planejamento da Matriz das Matrizes de Bob King

De acordo com MARTORANO[7], "de modo geral a matriz das matrizes está organizada de tal forma que:

- as colunas A, C, D e E simplesmente combinam os cabeçalhos das filas e colunas em matrizes individuais;
- a coluna F contém matrizes que se relacionam à melhoria do projeto, incluindo redução de custo e aumento de confiabilidade;

- a coluna G inclui matrizes que se relacionam a determinação de melhorias do processo."

Em seu estudo, KING[6] enfatiza que a metodologia do QFD e a utilização de seqüências de matrizes deve ser adaptado em cada utilização a que for proposta, de acordo com seus propósitos. Também propõe que o QDF seja trabalhado em quatro fases:

- 1) Fase de organização: a administração define o produto ou serviço a ser "melhorado", a equipe interdepartamental apropriada e o foco do estudo do QFD;
- 2) Fase descritiva: durante esta fase a equipe define o produto/ serviço em diversas direções: necessidades do consumidor, funções, partes, confiabilidade, custos, etc.;
- 3) Fase de rupturas: a equipe seleciona áreas de melhoria e procura caminhos para melhor realizá-los, através de novas tecnologias, novas conceituações, maior confiabilidade, redução de custos, etc.;
- 4) Fase de implementação: a equipe define o novo produto ou serviço, e seu processo de manufatura.

Assim como a de Akao, a abordagem de King envolve além dos diagramas matriz a utilização das ferramentas da qualidade, assim como a utilização de outras metodologias como Análise de Valor e FMEA.

3.3.3 - Abordagem de Macabe

Outra abordagem para a utilização do QFD, é a de Macabe, engenheiro de confiabilidade japonês. Devido a sua simplicidade e vasta bibliografia, este método é o mais difundido no mundo e também no Brasil. Nos EUA o método foi difundido por Don Clausing, John Hauser e pela American Supplier Institute (ASI).

Apesar de sua grande aceitação junto às empresas, esta abordagem tem sido muito criticada pelos estudiosos japoneses devido à sua limitação, pois como o modelo é reduzido à apenas quatro matrizes, permite apenas uma análise superficial da empresa ou

objeto de estudo sem considerar as peculiaridades de cada caso como o tipo de produto ou serviço, o mercado em que está inserido, as condições de concorrência etc. Além disso, o método não contempla objetivos mais específicos como desdobramento de custos ou de confiabilidade.

Na abordagem de Macabe, é utilizado na primeira fase uma matriz que correlaciona os requisitos dos consumidores com as características de qualidade, e onde pondera-se valores que representam parâmetros para o projeto. A partir dessa primeira matriz desenvolvem-se as outras três, o que de forma simplificada, pode ser encarado como um mapeamento estratégico para o projeto total do produto e seus processos.

3.3.4 - Comentários Sobre as Abordagens

Apesar de existirem diferentes abordagens e definições do QFD, as diferenças existentes são a nível de abrangência e do uso de diferentes ferramentas de apoio, mas a ferramenta básica é a mesma que são matrizes, ou diagramas matriz, e o ponto de partida é o mesmo, ou seja, a elaboração da "casa da qualidade".

MACABE	BOB KINK	AKAO
Se inicia diretamente na Matriz I, a partir dos requisitos do cliente	Apresenta um planejamento pré-concebido, que defini por onde se iniciar.	Se inicia a partir do projeto conceitual, onde defini-se como será o desdobramento.
Não separa os requisitos do cliente e o desdobramento	Separa o desdobramento em 10 grupos, sempre dando ênfase na conversão	Separa o desdobramento em: <ul style="list-style-type: none"> - qualidade - custo - tecnologia - confiabilidade
É um modelo acabado, pronto para a aplicação	É um modelo acabado, pronto para a aplicação.	É um modelo específico que depende do produto e da empresa.

Fig. 3.2 - Tabela de comparação entre abordagens.

Comparando as três abordagens, a primeira impressão é de que a abordagem de Macabe é a mais simples. De fato, apresenta uma estrutura mais simples, o que facilita muito estudos acadêmicos. No entanto, não pode ser considerada incompleta, pois traz em cada uma de suas quatro fases, entradas para vários aspectos de diferentes naturezas. Essa é a principal diferença entre o modelo de Macade e o de Akao. O modelo de Macade é generalista em relação as matrizes, e o de Akao prevê o desenvolvimento de matrizes específicas para trabalhar detalhadamente com aspectos de mesma natureza. O mesmo pode ser dito a respeito da abordagem de King, que apresenta um planejamento de matrizes a serem utilizadas, conforme o projeto. A principal crítica sobre essa abordagem é que a maior ênfase dada por King em seu estudo é na conversão de características através das matrizes, e não no conceito de desdobramento.

De um modo geral, as três abordagens estão bem conceituadas e completas, e o sucesso do desdobramento depende do modo como é encaminhado. Para MARTORANO[7], "a abordagem das quatro fases é a mais indicada para necessidades específicas de melhoria de um produto existente ou para o desenvolvimento de um novo produto de baixa complexidade." A abordagem ampla, como a de Akao e King, é mais recomendada no caso de produtos ou serviços com nível de complexidade maior.

Segundo MARTORANO[7], são três os elementos principais do QFD presentes em qualquer das abordagens conhecidas:

Demanda dos consumidores - é o ponto de partida para a execução do QFD. As informações são tratadas de forma a serem mais representativas da realidade dos consumidores.

Sistema - "o QFD apresenta um arranjo lógico e sequencial de matrizes que processam entradas (dados) de vários tipos (informações de consumidores, concorrentes, tecnologia, etc.) e que fornece saídas em forma de informações para o projeto do produto".

Multifuncionalidade - no QFD considera-se a empresa como entidade que desempenha uma série de funções inter-relacionadas e que, no todo, contribuem para a qualidade final do produto e por onde as demandas dos consumidores devem ser

desdobradas. Este desdobramento será executado por uma equipe de especialistas de diferentes setores atuando de forma simultânea e coordenada.

Nesse trabalho, adotaremos a abordagem de Macabe, porque já traz uma estrutura metodológica bem definida e simples, o que facilita um estudo a nível acadêmico. Além disso, é a abordagem mais difundida, e que contém uma maior literatura.

3.4 - Resultados Esperados

Em resumo, de acordo com EUREKA[5], o QFD resulta em diminuição de problemas desde o início da produção, menos mudanças no projeto, e encurta os ciclos de desenvolvimento do produto - o que é primordial para aumentar a produtividade e reduzir custos, além de fazer o produto chegar mais rápido ao mercado. No entanto, o mais importante ainda são os benefícios a longo prazo: satisfação dos clientes, custos de garantia baixos e ganho de maiores fatias do mercado.

Segundo MIRSHAWKA[11] o QFD força a organização a manter o foco no cliente. Como resultado, a satisfação do cliente tende a aumentar. Quando surgem os conflitos ou são necessárias compensações, elas são sempre feitas para que o cliente obtenha as vantagens e não os departamentos de engenharia ou de manufatura.

Além disso, a aplicação do QFD possibilitará:

- fazer o desenvolvimento de produto ou serviço em um ciclo menor;
- lidar com o equilíbrio entre a qualidade, custo e tempo (QCT) de outra forma;
- obter custos menores e alcançar maior produtividade.
- realçar o foco no planejamento e na prevenção de problemas, com que o ciclo de desenvolvimento torna-se menor.

4. O - CLIENTE NO PROCESSO

O QFD tem como meta principal a satisfação do cliente. Portanto, os requisitos do cliente é um elemento vital para o funcionamento da metodologia. Este capítulo apresenta um estudo para entender melhor o cliente, como se apresentam suas necessidades e seu comportamento em relação ao produto dentro da ótica do QFD.

4.1 - A Importância do Cliente

Segundo RAMASWAMY[13], para desenvolver produtos com sucesso, deve-se considerar a "voz do consumidor" explicitamente no processo de projeto. Essa afirmação traz a idéia fundamental do QFD, que é utilizar o cliente como elemento orientador do projeto e desenvolvimento do produto. Assim, o cliente passa a ser integrante do processo, pois toda a produção está centrada nele.

Seguindo a filosofia da Qualidade, toda etapa do processo deve ser continuamente estudada e melhorada, com a finalidade de obter a garantia da Qualidade. Assim sendo, se o cliente faz parte do processo, a equipe de projeto e desenvolvimento deve estudar e entendê-lo, seu comportamento e a sua linguagem, no que diz respeito ao produto e a sua Qualidade.

4.2 - A Voz do Consumidor

A nova tendência de projeto e desenvolvimento do produto enfatiza como meta a satisfação do cliente para adquirir competitividade do produto, e tem como premissa básica que a Qualidade de um produto deve ser entendida como uma qualificação atribuída ao produto por quem o consome e o utiliza, ou recebe algum tipo de interferência, e não por quem o produz.

Para atingir esse estado de satisfação do cliente, cabe à empresa investir numa constante identificação do cliente e suas necessidades. FIATES[14] afirma que "as empresas atentas à nova realidade, criam um canal de comunicação sempre aberto com o mercado promovendo uma contínua conversação. Este canal tem como função básica saber o que o cliente pensa em todas as etapas da compra do produto ou serviço. O que o cliente precisa, quais são suas necessidades, o que ele espera do produto ou serviço e o que a empresa deveria estar oferecendo."

Mas o cliente tem maneiras próprias de expressar suas necessidades, numa linguagem que difere da utilizada na linha de produção. Uma linguagem que, segundo EUREKA[5], o cliente expressa seus requisitos em características qualitativas definidas sem muita nitidez, tais como "parece bom", "fácil de usar", "funciona bem", "sente-se bem", "é seguro", "durável", "luxuoso", etc. Essas informações subjetivas são dificilmente quantificadas, mas é a linguagem comunmente utilizada pelo cliente, e por isso tem importância vital.

Se torna necessário fazer um tratamento dessas informações, pois uma interpretação errônea, poderá resultar na não obtenção da satisfação do cliente, seja total ou parcial, acarretando em perda de tempo e fracasso.

Para evitar isso, a empresa deve utilizar métodos que consigam entender e quantificar esses requisitos colocados em linguagem não técnica. Um desses métodos é o

QFD, que como será mostrado no capítulo 5, propõe uma estrutura metódica capaz de quantificar e valorar a opinião do cliente.

Para a melhor utilização do QFD, deve-se ter bem claro características e aspectos de comportamento do cliente, listadas a seguir:

4.2.1 - Classificação do Cliente

A primeira etapa para se ouvir a voz do consumidor é definir quem é ele. Sabe-se que consumidor é todo aquele que é impactado pelo produto ou serviço. Qualquer que seja o tipo ou importância do cliente, suas opiniões e reivindicações, ele deve ouvido, para que a empresa sobreviva no mercado.

Segundo MIRSHAWKA[11], existem três categorias básicas de clientes:

Clientes Internos - são considerados clientes internos, os próximos numa linha de fabricação de um produto, ou num processo de execução de um serviço.

Clientes Intermediários - representados principalmente pelos distribuidores que fazem a venda do produto, e entram em contato com o consumidor.

Cliente Externo - ou consumidor final do produto. É o que define os requisitos prioritários do produto.

É interessante salientar que as três classificações de clientes tem características próprias.

Apesar de ser o cliente externo o alvo central, as demais classificações não devem ser deixadas de serem atendidas, pois essas três classes formam uma linha de saída do produto, da empresa para o mercado.

4.2.2 - Perfil do Cliente

Para melhor se trabalhar com os requisitos do cliente, é interessante traçar o seu perfil, pois quando iniciar-se o processo de "ouvir a voz do cliente", saberemos a quem perguntar e o que perguntar. Analisando estatisticamente, esse procedimento simplifica em parte, pois diminui o tamanho da amostra de clientes a ser consultada. Caso não fosse definido o perfil do cliente a ser consultado, uma amostra significativa poderia significar um número muito grande de entrevistas. Definindo e conhecendo-se o perfil, pode-se trabalhar com amostras menores.

Nessa etapa o que se pretende é definir quem vai utilizar o produto, como ele será utilizado, o que se espera do produto, o que poderia se esperar a mais, o que o cliente estaria disposto a pagar a mais, o que ele mais valoriza no produto, etc.

O perfil do cliente é definido por uma análise de comportamento sociológico e psicológico do cliente, frente ao produto, suas reações e comportamento frente as mudanças. E também, definição de níveis sociais, condições e aspirações de consumo, níveis ideológicos, faixas etárias, culturais, etc.

A equipe de projeto e desenvolvimento do produto deve estar atenta e ter conhecimento do assunto, até para poder julgar se as reivindicações são pertinentes e como o mercado reagirá.

4.2.3 - Níveis de Exigência

Entendendo-se os elementos da qualidade do produto pode-se melhor entender os níveis de exigência dos clientes, definidos por MIRSHAWKA[11], que são classificados em quatro categorias: esperado ou básico, verbalizado, não verbalizado e excitante ou deslumbrante.

O Nível Esperado ou Básico se refere às características básicas que os clientes consideram sendo como parte do produto e consideram inquestionável sua presença. Por exemplo, quando se adquire um carro espera-se que ele se locomova, que seus freios funcionem, as portas não abram sozinhas, que esteja dentro das regulamentações governamentais, etc.

O Nível Verbalizado engloba características que os clientes assumem verbalmente que desejam no produto. Seguindo o exemplo do automóvel, estaria representado pelo fato de possuir aparelhagem de som, ar condicionado, determinada potência no motor, etc.

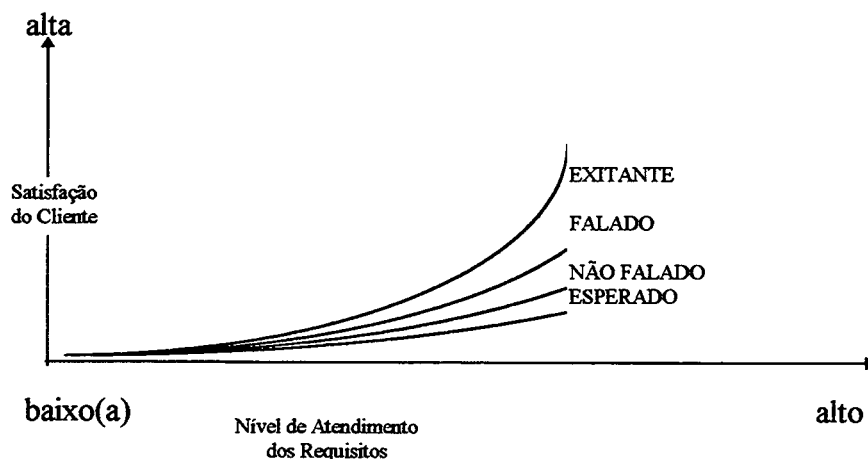


Fig 4.1 - Níveis de Satisfação do cliente.

O Nível Não-Verbalizado encontram-se características do produto ou serviço que são essências mas que os clientes não costumam manifestar verbalmente. Cabe à equipe de projeto descobrir quais são elas, pois quando não são atendidas não se tem total satisfação do cliente. No caso do carro pode ser desde as condições de pagamento favoráveis até características como estabilidade nas curvas, economia de combustível, etc.

O Nível Excitante ou Deslumbrante envolve as características não esperadas em um produto ou serviço, mas que, se encontradas, transformam-se em atrativos. Muitas

vezes são oferecidas pelas organizações com fins de conquistar maior clientela; entretanto, se não forem atendidas os demais níveis de exigência do cliente, este não se manterá fiel à empresa, ou seja, atender somente a este nível não assegura o cliente.

Também cabe salientar que, com o tempo, os clientes tendem a se acostumar com os atrativos oferecidos passando a considerá-los como características por eles esperadas ou verbalizadas. No caso do carro, uma característica deste nível poderia vir a ser um seguro contra acidentes ou outro brinde qualquer na sua aquisição.

4.2.4 - Necessidades do Cliente

As necessidades humanas são ilimitadas, o que torna o assunto extremamente complexo, e pode se tornar ainda mais complicada se levadas em consideração, variáveis como a cultura predominante na sociedade, o nível de tecnologia, etc.

De forma simplificada, JURAN[10] propõe a seguinte classificação das necessidades dos clientes:

- necessidades declaradas ou reais - é a necessidade declarada segundo o ponto de vista do cliente através de sua linguagem. Assim, a necessidade real na compra de um automóvel, por exemplo, é o transporte que ele proporcionará.
- necessidades percebidas - é a necessidade relacionada à percepção do cliente e está intrinsecamente relacionada com a Qualidade do produto. A marca ou modelo de um automóvel, que pode representar uma afirmação social para o cliente, pode ser considerada uma necessidade percebida.
- necessidades culturais - são necessidades que vão além dos produtos e processos, estando relacionadas com o padrão cultural, como por exemplo: auto-respeito, respeito aos outros, continuidade de padrões de hábitos, etc. Seguindo o exemplo do automóvel, a inclusão de filtro na descarga, se tornou um padrão obrigatório com a propagação de

idéias de preservação do meio-ambiente, podendo ser fator determinante em algumas sociedades.

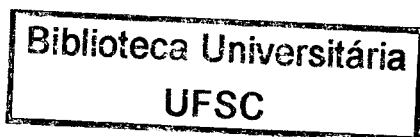
- necessidades atribuíveis a usos inesperados - muitas necessidades não são declaradas por não representarem casos habituais, mas mesmo assim, espera-se que não aconteçam. O defeito decorrente do uso incorreto ou sobrecarregado de um produto, como por exemplo, o mal funcionamento do sistema elétrico de um automóvel em dias de chuva, caracterizam esse tipo de necessidades.
- necessidades dos clientes relativas à satisfação com o produto - quando o cliente adquire o produto, existe uma necessidade de satisfazer-se. Isso pressupõe que o produto esteja adaptado ao cliente, que deseja satisfazer-se. Esse tipo de necessidade está relacionado à fatores como: segurança do usuário, presteza do serviço, facilidade e adaptação ao uso, informação sobre o produto, garantias, etc.

4.2.5 - Conceitos de Produto

A idéia de quatro níveis de exigência do produto foi desenvolvida a partir dos estudos das quatro conceitos do produto, feita por Theodore Levitt (*in* MIRSHAWKA[11]).

A princípio, Theodore Levitt afirma que os produtos podem ser tangíveis ou intangíveis, ou combinação desses.

As características tangíveis são características físicas, tais como, projeto, tamanho, cor, *performance*, potência, etc.; intangíveis representam um símbolo complexo, que pode ser identificado pelo o bom gosto e o *status* de possuir o produto, a identificação com ícones que o produto traz em si, a escolha inteligente ou consciente, etc.



0.266.073.1

A partir dessa definição, Theodore Levitt define quatro "áreas-alvo" para classificar um produtos e suas características:

Produto Genérico - é o produto físico em si. Representa a definição mais trivial do produto. Por exemplo, no caso de uma montadora o produto genérico é o automóvel;

Produto Esperado - representa as expectativas mínimas do cliente. Tudo aquilo que o cliente já considera como parte do produto. Seguindo o mesmo exemplo da montadora, o produto esperado de um automóvel pode ser as ferramentas de troca de pneu, velocímetro, e tudo aquilo que já se espera que o automóvel tenha. É o que realmente o produto oferece, sem que isso chamasse a atenção do cliente. Representa uma primeira diferenciação do produto. Como exemplo, podemos citar o tipo de assento e estofamento, os aparelhos de som, etc.;

Produto Aumentado - representa uma diferenciação do produto, quando se oferece ao cliente mais do que se precisa e espera, ou do que está acostumado a esperar .

Produto Potencial - é o que pode ser incluído no produto para manter e atrair os clientes. Como exemplo, encontra-se hoje automóveis que possuem sistemas inteligentes, que avisam se uma porta ou compartimento está aberta, analisa o desempenho do motor e prever possíveis falhas do sistema mecânico ou elétrico.

4.2.6 - Níveis de Percepção da Qualidade

Baseado nos estudos de Theodore Levitt, o Dr. Noriaki Kano (*in* KENNY[15]), realizou um estudo que detalha os níveis de percepções de qualidade por parte do cliente e que mostra a relação entre as condições atendidas e o que o cliente sente em relação a este atendimento.

Na sua análise da percepção de qualidade pelos consumidores sugere visualizar um gráfico bidimensional onde, no eixo horizontal, se tem as condições físicas atendidas

e, no eixo vertical, se tem o nível de satisfação do cliente. A partir deste gráfico levanta-se os seguintes elementos que o produto pode vir a oferecer:

- Elemento de qualidade unidimensional - é a característica que, quando presente, causa satisfação, e, quando ausente ou parcial, causa insatisfação. Kano (in KENNY [15]), apresenta como exemplo um estudo em companhias aéreas. No caso de elemento de qualidade unidimensional percebido o Dr. Kano cita o atendimento e comportamento das aeromoças e a regularidade dos vôos;
- Elemento de qualidade necessária ou básica - é a característica que, quando plenamente atendida, se constitui de presença óbvia, enquanto que, na sua ausência, provoca insatisfação. Seguindo o exemplo das companhias aéreas, o conforto do voo e políticas de segurança foram percebidas como elemento de qualidade necessária.

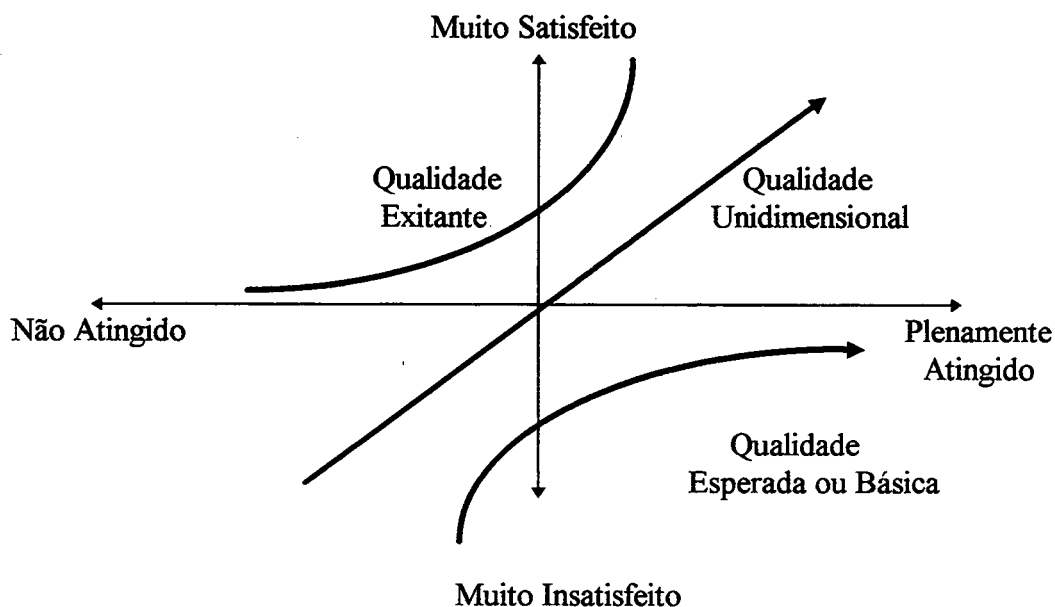


Fig. 4.2 - Modelo de Kano para a satisfação do cliente

- Elemento de Qualidade Atrativa ou Excitante - é a característica que dá satisfação ao cliente quando presente, mas, na sua ausência, não provoca insatisfação. Segundo Kano,

a preparação dos alimentos e a distribuição de brindes constituem exemplos de qualidade atrativa.

- Elemento da qualidade indiferente - é a característica que, presente ou não no produto, não causa reação nem favorável nem desfavorável do cliente.
- Elemento da qualidade reversa - é a característica que mesmo plenamente incorporada ao produto causa insatisfação, e quando ausente resulta em satisfação do cliente.

Os três primeiros são considerados como elementos funcionais e fundamentais, já os dois últimos podem ser avaliados ou não, uma vez que geram uma discussão um pouco mais profunda.

4.2.7 - Tratamento de Informações

O QFD inicia o seu processo a partir das reivindicações do cliente expressas em sua "voz". Segundo MARTORANO[7], para entender a voz do cliente, o QFD utiliza uma série de técnicas e procedimentos para otimizar o tratamento das informações coletadas junto aos consumidores. Apresenta-se as técnicas mais utilizadas, que estarão mais detalhadas no capítulo sete, onde descreve-se as ferramentas e técnicas de auxílio ao QFD:

Diagrama de afinidades - o objetivo desta técnica é o agrupamento de um grande número de idéias, opiniões e informações em grupos, conforme a afinidade que possuem entre si. Esta ferramenta parte dos dados (idéias, opiniões e outras preocupações de um determinado problema), organizando-os em grupos, baseados numa relação natural que exista entre elas. Esta técnica é utilizada em trabalhos de grupos e estimula a criatividade facilitando o surgimento de novas idéias, novos enfoques ou maior compreensão da situação, além da participação dos membros;

Diagrama árvore - a partir de um objetivo principal, faz-se o desmembramento deste em objetivos menores e assim sucessivamente, respondendo sempre às questões “o que” e “como”. Serve para expandir manifestações dos consumidores até um nível em que se possa associar um requisito técnico mensurável. É outra das Sete Novas Ferramentas da Qualidade.;

Análise lingüística - a partir dos requisitos expressos por uma linguagem usual, essa análise procura rescrever as afirmações dos consumidores de maneira mais clara para a equipe de projeto.

4.3 - CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Nesse capítulo, foi estudado mais alguns aspectos relacionados ao cliente, seu comportamento e sua “voz”. De posse desse conhecimento, obtém-se o primeiro grupo de entrada de dados para o QFD: os Requisitos do Cliente. A partir desses dados, que serão desdobrados, obtém-se os Requisitos de Projetos, iniciando-se o processo do QFD.

A próxima etapa, é conhecer o modelo de QFD, suas características e terminologia, para depois discutir um modelo de aplicação.

5 - O MODELO QFD

Tendo conhecido as principais abordagens do QFD, e escolhido qual se adequa de melhor forma ao desenvolvimento do sistema especialista e do modelo de implantação, é necessário uma familiarização com a estrutura do modelo, com a terminologia a ser adotada e uma análise crítica.

5.1 - O Modelo Utilizado

Conforme definido no capítulo 3, adotaremos a abordagem de quatro fases de Macabe, por ser o método mais difundido no mundo e no Brasil, possuindo vasta bibliografia, por apresentar uma forma simples da metodologia, o que facilita a utilização em *softwares*.

As quatro fases desta abordagem se constituem em quatro matrizes que direcionam o desenvolvimento do produto ou serviço, desde os requisitos dos consumidores até a fabricação.

As duas primeiras etapas estão voltadas para o planejamento e projeto do produto e as outras duas, para o planejamento do processo e as atividades de execução.

5.2 - Terminologia do QFD

Para a utilização e discussão do QFD é necessário que tenha-se bem definidos sua estrutura morfológica (fig. 5.1) com todos seus tópicos e sua terminologia, a saber:

Declaração do objetivo - é a descrição da meta, do objetivo ou problema que se busca resolver, e para qual todo esforço será direcionado

Requisitos do cliente ("O QUE")- Listagem dos requisitos que o cliente deseja a respeito do produto em questão.

Índices de importância (II) - valores atribuídos a cada um dos requisitos ("O QUE") do cliente.

Características técnicas ("COMO")- modo como se resolver os requisitos do cliente.

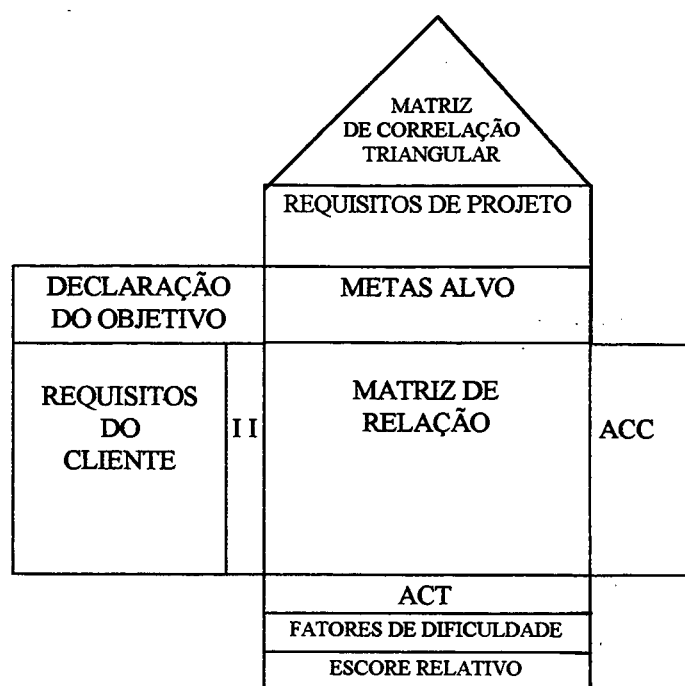


Fig. 5.1 - Componentes do modelo QFD

Matriz de Correlação Triangular - define a relação ou a dependência entre os modos (itens "COMO") de resolver .

Metas Alvo - indicadores que sinalizam se os modos precisam ser diminuídos ou aumentados;

Matriz de Relação - forma sistemática que identifica o nível de relação ou dependência entre os requisitos do produto (item "O QUE") e o modo de obtê-la (itens "COMO");

Avaliação Competitiva feita pelo cliente (ACC) - é uma análise crítica dos itens "O QUE" do produto que está sendo projetado;

Avaliação Competitiva Técnica ("QUANTO") - metas quantificadas para direcionar os procedimentos técnicos;

Fatores de Dificuldade ou de Probabilidade - São índices que indicam a maior ou menor dificuldade que a empresa tem para atender cada item "COMO";

Número de Pontos ou Escore Absoluto - Somatório dos valores calculados para cada item "COMO".

Posição ou escore relativo - Numeração sequencial de cada item conforme seu escore absoluto.

Alguns autores, denominam a estrutura da planilha na primeira fase do QFD, como "Casa da Qualidade", por assemelhar-se ao formato de uma casa (ver Fig 5.1).

Segundo EUREKA[5], a Casa da Qualidade é uma metodologia estruturada para organização de informações do consumidor, ajuda os projetistas a identificarem explicitamente os requisitos do consumidor, relacioná-los com características de engenharia, encontrar soluções de compromisso ("*trade-offs*") e avaliar as características potenciais do produto com relação aos produtos concorrentes.

5.3 - As Quatro Fases do QFD

Após a definição de quem são os clientes, define-se o objetivo do trabalho do QFD, a equipe envolvida neste trabalho e o cronograma das atividades. Planeja-se, então, a forma de coleta de dados, o público a ser atingido, os recursos (financeiros e de

peçoal) disponíveis, o tempo para esta tarefa e as técnicas de pesquisa que serão utilizadas. Passa-se para a coleta de dados propriamente dita e, após a conclusão desta, inicia-se a análise do dados coletados.

O grau de satisfação do cliente tende a aumentar à medida que seus níveis de exigência vão sendo atingidos. Para se alcançar o melhor grau de satisfação, segundo MIRSHAWKA[11], "existe uma ordem disciplinada que deve ser seguida, até porque o nível subsequente só deve ser buscado quando os anteriores já foram atendidos". A ordem de atendimento deve ser a mesma seguida na sua apresentação feita anteriormente.

A melhor maneira de se atender aos padrões de exigência do cliente é tomando conhecimento das características que este considera como importantes, ou seja, "ouvindo a voz do consumidor", e para que isto se faça necessário realizar pesquisas de mercado.

Como foi colocado, o modelo, de Macabe se desenvolve em quatro fases. São elas, nesta sequência:

- 1ª Fase - Planejamento do Produto.
- 2ª Fase - Desdobramento do Projeto.
- 3ª Fase - Planejamento do Processo.
- 4ª Fase - Planejamento da Produção.

Após a obtenção da "voz do consumidor", sua interpretação e julgamento, ela é transformada em requisitos do cliente para o projeto do produto. Assim, ela incide diretamente na orientação do projeto representando a principal entrada de dados e primeira etapa do ciclo de matrizes do QFD.

Desenvolvendo-se essas 4 fases, estabelece-se uma interlocução entre cliente e equipe produtora, passando ao setor de produção (fig 5.2). Com isso, pretende-se eliminar o reprojeção.

5.3.1 - Fase de Planejamento do Produto.

Nessa fase o cliente define os requisitos importantes do produto. A matriz QFD auxilia a equipe de projeto a traduzir as necessidades dos clientes numa listagem (itens "O QUE"), e a partir dessa, desenvolve-se a matriz. Com essas necessidades, defini-se ainda, as oportunidades competitivas do produto.

Apontando diferentes formas para atender esses requisitos, que são características genéricas de projeto, cria-se os itens "COMO", que devem estar associados a valores alvos. Por fim, escolhe as características prioritárias, que serão desdobradas na próxima matriz. As atividades dessa fase são:

- determinar o projeto
- determinar equipe de projeto
- determinar a voz do cliente
- organizar e traduzir a voz do cliente
- conduzir pesquisas de produtos competidores
- estabelecer os requisitos de projeto
- analisar e diagnosticar o planejamento do produto
- determinar itens que serão desdobrados

5.3.2 - Fase de Desenvolvimento do Projeto.

Os itens "COMO" da 1 fase os requisitos ("O QUE") da fase 2 ou fase de detalhamento. Nessa fase, os detalhes e componentes necessários para produzir o produto são definidos, selecionando-se a melhor concepção do projeto. Determina-se as características detalhadas de projeto que tem condição de preencher os requisitos do

produto, que entra no quadro "COMO", e por fim, escolher-se-á as prioritárias, que serão desdobradas. São atividades dessa fase:

- determinar requisitos funcionais
- fazer análise competitiva do projeto
- gerar conceitos alternativos
- selecionar ou sintetizar o conceito do produto
- desenvolver relação de materiais
- determinar características críticas de projeto

5.3.3 - Fase de Planejamento do Processo.

Desenvolve-se uma matriz que mostra os processos exigidos para a fabricação do produto. Como nas outras fases, os itens "COMO" da fase anterior se tornarão os itens "O QUE" dessa nova fase. Nessa fase seleciona-se os processos críticos e seus parâmetros, escolhendo os aspectos mais importantes para aprofundamento na matriz seguinte. Assim, defini-se os processos necessários para atender os requisitos especificados. São atividades dessa fase:

- determinar limitações do processo
- determinar inovações, tecnologias e alternativas de processo
- selecionar melhores processo
- determinar parâmetros de processo

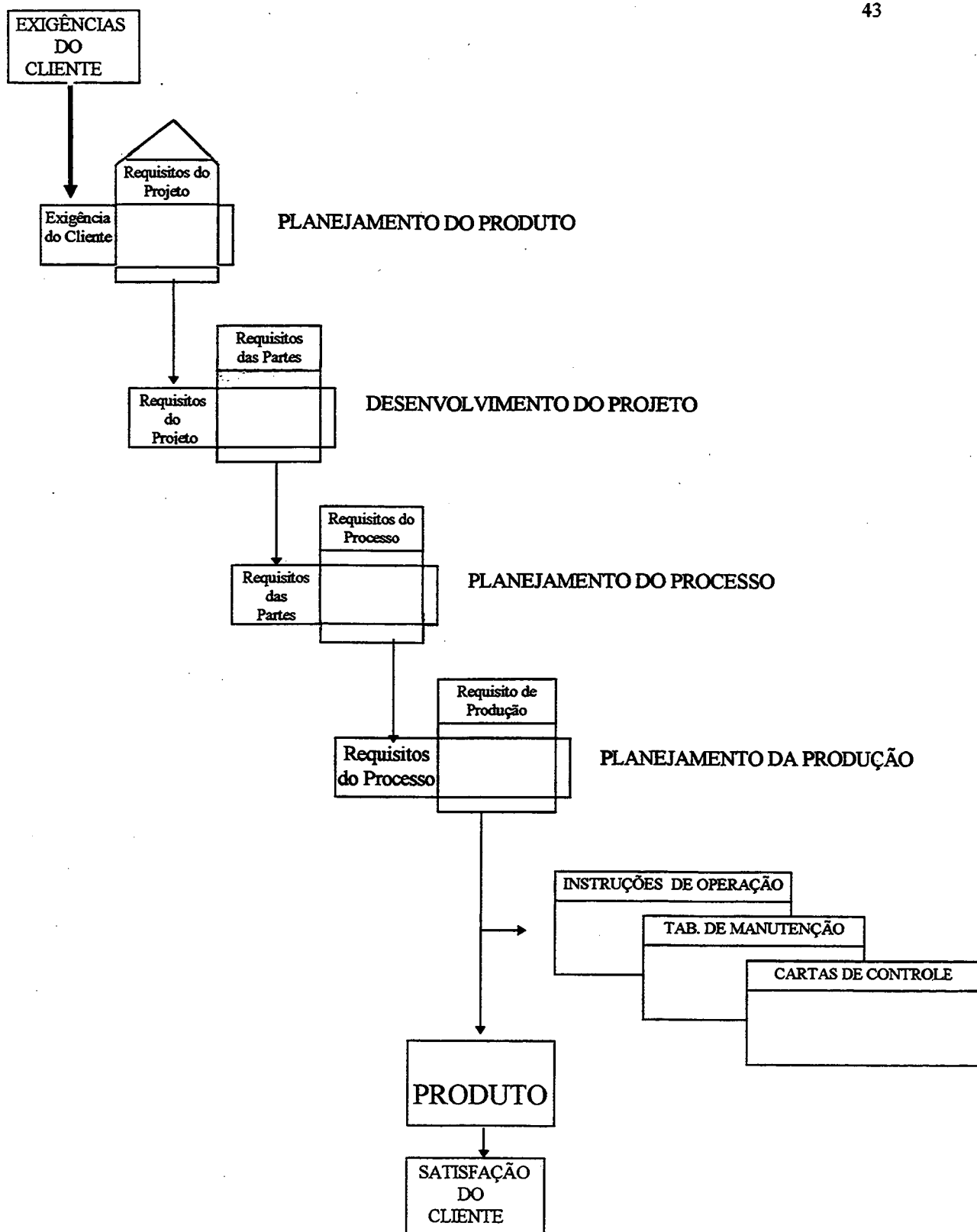


Fig. 5.2 - Interlocução do cliente e a produção através do QFD

5.3.4 - Fase de Planejamento da Produção.

Nessa fase, defini-se as exigências de produção para a manufatura do produto, conforme os requisitos do cliente. Mais uma vez os itens "COMO" da fase anterior se tornarão os itens "O QUE" dessa nova fase. Determina-se os meios críticos de controle, e a partir disso, planeja-se cartas de manutenção, educação e treinamento e desenvolvimento de mecanismos à prova de erros. São atividades dessa fase:

- determinar meios críticos de controle
- determinar exigências de manutenção
- desenvolver mecanismos à prova de erros
- desenvolver educação e treinamento
- escolher características prioritárias

5.4 - Restrições do QFD

A metodologia do QFD recebe a principal crítica de ser uma metodologia baseada em aproximações. Para a sua utilização é necessário que se conheça os pontos de maior possibilidade de erro, para que o projetista esteja preparado e seja mais cauteloso na caracterização e preenchimento do QFD.

O levantamento e análise desses pontos é uma das principais contribuições desse trabalho, pois a partir seu do conhecimento pode-se desenvolver soluções ou impor restrições.

Vários dos índices, ponderações e considerações adotadas pelo projetista, geram uma incerteza sobre o resultado do QFD. Afim de definir os pontos em que a estrutura da metodologia oferece maior risco de distorção da realidade, podendo daí ocorrer uma

propagação de erro, montou-se um organograma para visualizar e identificar as etapas de desenvolvimento do QFD.

Com este organograma, pode-se definir os pontos a serem discutidos, definir os mais críticos e a partir daí propor um critério para sua utilização.

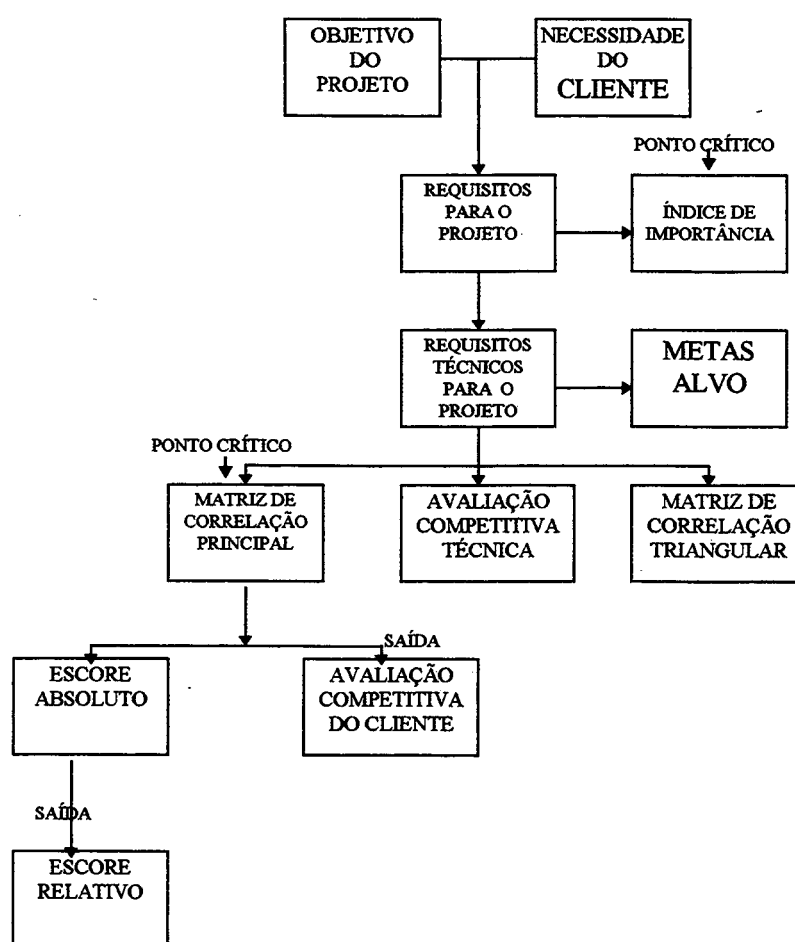


Fig. 5.3 - Diagrama das etapas do QFD

A partir da visualização feita, pode-se estudar os pontos críticos que apresentam possibilidade de erro.

1º Ponto - Relacionamento entre Cliente e Objetivo da Empresa

O processo do QFD se inicia a partir da interação de dois aspectos básicos: a necessidade do cliente em relação a um produto e o objetivo da empresa a ser alcançado.

Como foi discutido num capítulo anterior, a necessidade do cliente pode estar de duas formas: expressa verbalmente e expressa não verbalmente. Esse é o primeiro aspecto a ser levado em consideração, para se tentar evitar propagação de erro dentro do QFD. A primeira preocupação do projetista é em relação ao cliente.

2º Ponto - Transformação de Necessidades em Requisitos

O segundo ponto em que deve-se ter atenção, é no que refere-se à transformação de uma necessidade do cliente em requisito do projeto. Nesse ponto é necessário se fazer uma diferenciação do que significa cada um.

A necessidade do cliente está relacionada às aspirações do cliente. Pode ser expressa pelo o que o cliente quer, mais diferencia-se do requisito, quando colocamos em questão o objetivo do projeto, o que a empresa deseja alcançar, que por sua vez está relacionada a meta definida no planejamento estratégico da empresa.

A idéia não é criar produtos perfeitos para o consumidor, mas produtos viáveis e com competitividade no mercado.

3º Ponto - Índices De Importância Dos Requisitos

Definidos os requisitos, encontramos um dos principais pontos de possibilidade de erros: a ponderação dos índices de importância. Esse índice define um peso ao requisito do projeto, é dado pelo cliente e tem um valor multiplicativo, que influencia os itens de correlação da matriz principal, que serão quantificados por fim. Por ter esse caráter multiplicativo, é o primeiro ponto crítico do QFD, onde se merece dar maior atenção.

Em relação ao índice de importância as primeiras perguntas são: pode o cliente, leigo tecnicamente, definir um índice? Que critérios são utilizados para isso? O que representam esses índices numéricos?

Autores como EUREKA[5], MIRSHAWKA[11], propõem a utilização de 5 índices de valores inteiros. Esses índices estariam relacionados ao comportamento da consumidor, frente à inclusão do requisito no produto. Apesar dessa proposta ser a mais

citada, todos autores enfatizam que a utilização de índices deve ser escolhida conforme o caso.

A respeito da escala de cinco índices, MIRSHAWKA[11], associam um significado na seguinte forma:

- 1 - o cliente não irá comprar o produto
- 2 - existe uma pequena probabilidade de comprar
- 3 - existe 50% de chances de comprar
- 4 - há uma grande probabilidade de comprar
- 5- certamente irá comprar

Outra forma de utilização de índices, a de sete números , teria o seguinte significado:

- 5 - imprescindível
- 4 - extremamente importante
- 3 - muito importante
- 2 - razoavelmente importante
- 1 - levemente importante
- 0 - indiferente
- 1 - não quer esse produto

Como pode ser facilmente identificado, estamos trabalhando com valores abstratos. Cabe a quem defini-los? O cliente ou o projetista baseado na opinião do cliente? MIRSHAWKA[11] afirma que é fundamental que o cliente defina esses índices, pois é dele que se está extraindo informação. Mas, se o cliente não tiver muita familiaridade com o método e apresentar uma certa dificuldade, o projetista deve criar meios para obtê-los baseando-se em convicções próprias, mesmo que esteja interferindo.

4º Ponto - Requisitos Técnicos para a Produção ("COMO")

Após a definição dos requisitos do projeto a equipe deve fazer um levantamento de todas as possibilidades para que se possa atender esses requisitos.

A respeito da possibilidade de erro dessa fase, pode-se dizer que ela estaria possivelmente em duas situações: numa definição errônea de um desses requisitos técnicos, ou, o que seria mais provável, na incomplexidade da quantidade de requisitos técnicos levantados. Por isso, tomando-se as precauções adequadas, esse 4º ponto não representa um ponto propagador de erros.

5º Ponto - Metas Alvo

As metas alvo representam a tendência que se deseja em relação aos requisitos técnicos para a produção. Serve de orientação ao projetista, e é representada por três símbolos, que indicam a necessidade de aumentar, diminuir, ou atingir um valor alvo. Este é um índice de fácil interpretação, por isso não representa um ponto crítico.

6º Ponto - Matriz de Correlação Principal

Na matriz de correlação principal está indicada a relação entre requisitos do projeto e os requisitos técnicos para a produção. Segundo MIRSHAWKA[11] os japoneses inicialmente utilizaram uma escala de três símbolos (Δ , \bigcirc , \odot) para utilizar-se na planilha, que representavam os valores 1, 3, 9. O significado desses símbolos e valores seria:

Δ = 1 - contribuição fraca

\bigcirc = 3 - contribuição média ou moderada

\odot = 9 - contribuição forte

EUREKA[5], CLAUSING[3], KING[6], assim como MIRSHAWKA[11], também citam essa representação, apesar de que todos autores afirmam que o sistema de representação pode utilizar outros símbolos e outros valores, conforme o caso.

Outras representações, citadas por MIRSHAWKA[11] são as de valores (1,2,4) e (1,5,25). Essas representações podem mudar de valor, ou até mesmo de símbolos e quantidades de símbolos, conforme a adequação ao projeto.

Esses símbolos com seus respectivos valores interferem na quantificação final, já que são multiplicados pelos índices de importância e feito uma somatória geral para obter o escore absoluto. Seria o segundo ponto crítico, já que a ponderação pode dar margens a erros.

7ºPonto - Avaliação Competitiva Técnica ("QUANTO")

Expõe as metas dos requisitos técnicos para a produção a serem alcançados. Essas metas não interferem diretamente na quantificação final. No entanto, um superdimensionamento desse índice pode influenciar na ponderação dos índices de correlação da matriz principal. Como o estabelecimento de metas de produção pode ser medido, esse não chega a ser um ponto de crítico, mas merece atenção.

8ºPonto - Matriz De Correlação Triangular

Nessa matriz é feita, através de símbolos, a interrelação dos requisitos técnicos para a produção. Assim defini-se quais requisitos para produção são conflitantes, apoiadores ou neutros. Daí pode-se visualizar onde são necessários esforços maiores de desenvolvimento

A matriz de correlação representa ainda, uma segunda saída de dados do QFD. A primeira, feita a partir da matriz principal, que é o resultado do somatório dos valores ponderados da relação de O QUE's e COMO's, fornece uma resposta baseada em números, indicando a ordem de importância de cada requisito de produção.

A matriz de correlação triangular fornece informações importantes. Uma correlação positiva indica que os itens estão intimamente relacionados, que conduzem à sinergia e assim enfatiza-se as decisões dadas pela matriz principal. Já uma correlação negativa indica um efeito adverso, que desequilibraria o solução proposta pelo somatório

da matriz principal. Seria um indicativo para se tentar achar novas soluções, desenvolver as funções ou processos ou criar compensações dos itens QUANTO.

Difere-se dos símbolos apresentados anteriormente, pois não representam valor numérico. A representação mais difundida (e sugerida por EUREKA[5], CLAUSING[3], KING[12], e MIRSHAWKA[15]) é a de 4 símbolos com os seguintes significados:

++ correlação positiva forte

+ correlação positiva

- correlação negativa

correlação negativa forte

9ºPonto - Avaliação Competitiva Do Cliente

Na avaliação competitiva do cliente, o QFD prioriza e evidencia as exigências do cliente. Não é nada mais do que uma projeção gráfica dos índices de importância (II). Portanto seu possível erro está vinculado aos II.

10ºPonto - Escore Absoluto

Os escore absoluto é o resultado numérico da planilha QFD. É obtido com o somatório dos valores declarados na matriz de relação e nos índices de importância. Portanto, a possibilidade de erro nesse ponto está vinculada a declaração de valores.

11ºPonto - Escore Relativo

O escore relativo é obtido pela classificação dos requisitos técnicos do projeto de acordo com seu escore absoluto. Portanto, a primeira possibilidade de erro está vinculada ao escore absoluto.

Uma segunda possibilidade seria a má interpretação do escore relativo, pois como já foi dito no 8º ponto, a resposta completa da metodologia QFD é dado pela conjugação do escore relativo e pela indicação da matriz de correlação dos requisitos técnicos para a produção. Isso quer dizer que o escore relativo determina uma tendência a ser seguida, mas não uma determinação.

Com essa definição dos pontos do QFD, procurou-se mostrar que os pontos críticos, que são o 3º (índice de importância dos requisitos) e o 6º (símbolos da matriz de correlação principal), são considerados críticos, porque estão associados a interpretações e ponderações de valores dado pelo usuário do QFD. Como a orientação de tomada de decisão dada pelo QFD é baseada em valores numéricos (escores relativos), esses dois pontos merecem maior atenção.

Com isso, pretende-se mostrar que a principal crítica ao QFD está na transformação de valores abstratos em números. Para uma correta utilização o usuário do QFD precisa conhecer bem o valor das características do produto e ter bem definidos padrões de comparação a serem utilizados.

Com o conhecimento do modelo, suas potencialidades e pontos fracos, partiremos para o modelamento do QFD para aplicação em Sistemas Especialistas.

6 - A APLICAÇÃO DO QFD EM SISTEMAS ESPECIALISTAS

O QFD é uma metodologia eficaz e de grande utilidade para o planejamento da qualidade do produto. Como foi comentado no capítulo 3, o QFD propõe uma maior atenção e tempo na fase do projeto de planejamento do produto. Isso significa um aumento de tempo nessa fase, com o objetivo de garantir a qualidade e eliminar o retrabalho, diminuindo o tempo total do ciclo do produto.

Visando minimizar o tempo despendido nessa fase, propõe-se o desenvolvimento de *softwares* com a metodologia do QFD. Em especial, a utilização de sistemas especialistas, apresenta ainda, algumas vantagens, que serão abordadas nesse capítulo.

Para isso, apresenta-se uma breve revisão sobre os sistemas especialistas, que estão inseridos no contexto da inteligência artificial. É dado enfoque aos pontos relevantes para a sua aplicação ao modelo do QFD. Finalizando, descreve-se o desenvolvimento do sistema especialista que processa a metodologia do QFD.

6.1 - Inteligência Artificial

Durante muito tempo a computação foi utilizada pelas empresas para simples armazenagem e processamento de dados. Mas muitos dos problemas encontrados na prática tinham caráter extremamente abstrato, não podendo ser resolvidos por *softwares* convencionais que utilizavam processamento numérico.

Na década de cinquenta surgiu uma solução para esse problema: sistemas computacionais que utilizavam processamento simbólico. Essa área da computação passou a se chamar inteligência artificial. No final dos anos setenta, com a diminuição dos custos dos computadores ela começou a emergir, mudando o antigo enfoque, fazendo com que os computadores fossem utilizados também para processar conhecimento.

“Os computadores agora podem incorporar o conhecimento de peritos humanos para resolver problemas difíceis. Esta tarefa é viabilizada através dos sistemas especialistas. Uma quantidade significativa de conhecimento pode ser armazenada diretamente neste tipo de sistema, permitindo que o poder oriundo de sua habilidade raciocine além do conhecimento armazenado. Esta habilidade é chamada inferência.” (KAPPA[8]).

6.2 - Sistemas Especialistas

Uma das ferramentas da inteligência artificial, os sistemas especialistas, trabalha utilizando conhecimento humano extraído de especialistas para o processo decisório ou diagnóstico, e será a ferramenta utilizada nesse trabalho.

Os sistemas especialistas englobam tarefas que necessitam raciocínio, comunicação e flexibilidade, de tal forma que os resultados apresentados através da sua execução possam se aproximar do raciocínio de um perito na resolução do problema enfocado. FISCHLER[16].

Para melhor compreensão, serão apresentadas algumas definições de autores. Depois, será discutido a que aplicações se destina, como se forma um sistema especialista, e como é sua estrutura. Tendo terminado essas quatro etapas, desenvolve-se o sistema especialista para esse trabalho.

6.2.1 - Definições de Sistemas Especialistas

Segundo GENARO[17] os Sistemas Especialistas são programas intensivamente baseados em conhecimentos que resolvem problemas que normalmente requerem experiência humana. Eles efetuam muitas das funções secundárias que os peritos executam, como perguntar questões relevantes e explicar suas razões.

Para CORREDOR[18] os referidos sistemas são programas com capacidade para processar grande quantidade de informação simbólica, realizar processos de inferência e busca heurística, justificar perguntas e respostas durante um processo de consultas e fornecer respostas da forma mais aproximada possível do especialista na área.

De acordo com PASSOS[19] um Sistema Especialista é um programa de computador destinado a solucionar problemas em um campo específico do conhecimento, que tem para isso uma base de conhecimento desse domínio restrito. Usa um raciocínio inferencial para executar tarefas e tem desempenho comparável ao dos especialistas humanos. Na prática, uma das mais importantes características destes sistemas é a capacidade de explanação. Esta característica pode ser usada para ensinar pessoas que não são especialistas no assunto específico, que está sendo tratado pelo sistema

ADELI[20] afirma que “um sistema especialista é um programa computacional inteligente que usa regras heurísticas desenvolvidas por especialistas para resolver problemas do mundo real “.

“Um sistema especialista é um sistema de computador que modela o conhecimento humano sobre um domínio particular de conhecimento e é capaz de tomar decisões inteligente dentro deste domínio. Isto é tipicamente feito pela aplicação de um conjunto de fatos numa forma que imita os processos de pensamento de um especialista humano para chegar a conclusões ou decisões” RAGSDALE[21].

As definições acima tem muitos pontos em comum. Nesse trabalho, o sistema especialista será utilizado principalmente para a construção da planilha do QFD, que é um conhecimento extraído de um especialista , e por fim, apresentará uma proposta de decisão a ser tomada, baseada em valores numéricos e abstratos que foram estipulados.

6.2.2 - Aplicações dos Sistemas Especialistas

Os sistemas especialistas têm aplicações para os seguintes objetivos:

Diagnose e Classificação: Usando os sintomas observados de um mau funcionamento, o sistema raciocina sobre o problema e classifica-o.

Projeto e Configuração: Usando critério para uma solução aceitável, o sistema especialista projeta uma solução que se ajuste ao critério estabelecido.

Planejamento e Programação: Os sistemas especialistas organizam planos de seqüência de ações ou eventos de acordo com as restrições de mão de obra, matéria prima ou ambas.

Simulação e Controle de Processo: O sistema especialista simula um sistema complexo indicando as mudanças do estado dinâmico que resultam nas mudanças de variáveis de controle.

Um sistema especialista que utilizasse a metodologia QFD, aproveitaria mais a capacidade de planejamento e projeto (em termos de tomada de decisão), que os sistemas especialistas possuem.

6.2.3 - Engenharia do Conhecimento e a Aquisição de Conhecimento

Basicamente, a aquisição do conhecimento se dá pela introdução entre os especialistas e o sistema, um mediador especialista de conhecimentos, chamado de Engenheiro do Conhecimento.

O Engenheiro do Conhecimento é o responsável pelo projeto e implementação do Sistema Especialista. O processo de aquisição do conhecimento, consiste na extração do conhecimento do especialista, o qual fornece o conhecimento de uma área específica ao sistema.

O Engenheiro do conhecimento "extrai" do especialista humano, seus procedimentos, estratégias, regras baseadas na prática, para a resolução de problemas e constrói este conhecimento dentro do sistema. O resultado é um programa que resolve a maioria dos problemas da mesma maneira que o especialista humano.

No estágio preliminar de desenvolvimento do sistema, o Engenheiro do Conhecimento deverá introduzir-se no domínio e familiarizar-se com ele. Desta maneira, ele provavelmente conseguirá identificar as regras e fatos que o especialista utiliza para resolver os problemas.

6.2.4 - Arquitetura de um Sistema Especialista

Basicamente, a estrutura de um sistema especialista divide-se em três componentes mais importantes, que são:

- base de conhecimento - é o componente do sistema que contém todo o conhecimento do tema como base para se tomar decisões. Este conhecimento é organizado em: base de fatos, que são os conceitos conhecidos, pontos de partida e propriedades que são deduzidas; base de regras, que são os conhecimentos e heurísticas desenvolvidas pelo especialista.

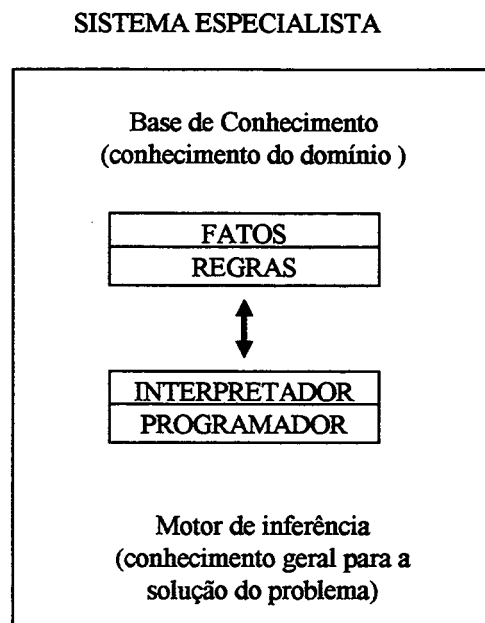


Fig. 3.1 - Componentes básicos do sistema especialista

- memória de trabalho - é o componente onde o sistema armazena informações vinculadas com o problema que está sendo resolvido. Geralmente, se conserva apenas durante o período de uma consulta ao sistema.
- motor de inferência - é o componente responsável pelo mecanismo lógico de raciocínio e as estratégias de controle para deduzir respostas e justificar soluções obtidas.

O motor de inferência contém um interpretador que decide como aplicar as regras para inferir novos conhecimentos e programas que decidem a ordem na qual as regras deverão ser aplicadas.

6.3 - Desenvolvimento do Sistema Especialista

O sistema especialista que processa a metodologia do QFD é uma das principais partes desse trabalho. Após o seu desenvolvimento, insere-se essa nova ferramenta no modelo para aplicação do QFD.

A idéia de se incluir um sistema especialista no modelo de implantação do QFD, visa aproveitar a rapidez e facilidade de utilização da informática e por alguns pontos levantados a seguir, no item 6.3.1 .

Para se efetivar um sistema especialista os pontos fundamentais são a escolha do *software* e da forma de aquisição do conhecimento. Tendo esses pontos definidos, partiu-se para o desenvolvimento do sistema especialista.

6.3.1 - Justificativas para Construção do Sistema Especialista

A idéia de se criar o sistema especialista, derivou de algumas constatações práticas feitas sobre a utilização normal do QFD, e também de algumas outras, feitas sobre os *softwares* desenvolvidos. Essas constatações são as seguintes:

- o usuário-projetista muitas vezes não utiliza a metodologia, pois a construção da mesma requer um certo tempo que muitas vezes não tem.
- muitos usuários-projetistas não utilizam a metodologia pois não tem elucidados, por incapacidade ou interesse, todos os termos e componentes necessários para a construção do QFD.
- muitos usuários-projetistas não são capazes de interpretar corretamente os resultados obtidos, seja por incapacidade ou falta de conhecimento.

- apesar de apresentar uma forma organizada de escrever um histórico da Qualidade e do planejamento do produto, muitas vezes a quantidade de informação (quatro planilhas que são otimizadas a cada ciclo) dá uma certa dificuldade de armazenagem e procura de dados.
- no caso de *softwares* que foram pesquisados, o usuário-projetista precisa ser necessariamente um especialista que entenda a estrutura do QFD.

A utilização de *softwares* aplicados ao QFD facilita em muito a utilização da metodologia, pois a formulação das planilhas em computador são mais fáceis de trabalhar e corrigir do que manualmente. Além disso, essa utilização permite e facilita a criação de bancos de dados com o histórico do produto.

No entanto, os *softwares* de QFD pesquisados, ainda não apresentam soluções para os itens levantados anteriormente. Todos esses, partem do princípio de que o usuário-projetista conhece a metodologia QFD, sua terminologia e está disposto a construir uma por uma todas as planilhas necessárias.

Partindo da própria lógica do QFD, o produto deve ser orientado ao cliente, que no caso da utilização do QFD, é o próprio usuário-projetista.

Assim, propõe-se nesse capítulo, o desenvolvimento de um sistema especialista em que o cliente possa utilizar a ferramenta, sem necessariamente conhecer o QFD. Pretende-se com isso massificar e difundir a utilização da metodologia, em função dos resultados que ela oferece.

6.3.2 - Escolha de Ferramentas

Para desenvolver um sistema especialista, pode-se pensar em duas alternativas:

- desenvolver uma *shell* específica para o uso, através de linguagens de programação definindo a memória de trabalho, o motor de inferência e a base de conhecimento.
- utilizar um *software* comercial, ou seja, uma “*shell*”, onde se constrói a base de conhecimento a partir de informações obtidas.

Atualmente, já existem “*shells*” muito sofisticadas e com as quais podem ser obtidos excelentes resultados. A utilização dessas “*shells*” trazem as vantagens de economia de tempo no desenvolvimento, baixo preço e rapidez nas consultas ao sistema. Por isso optou-se pela utilização de *softwares* disponíveis no mercado.

Dentre as “*shells*” disponíveis no mercado, foram analisados duas para a escolha: Exsys e KAPPA .

A “*shell*” Exsys é de utilização bastante simples, sua representação do conhecimento é através de regras de produção e possui um meio para tratamento de incertezas (base, 1983). É uma ferramenta que possibilita importantes aplicações, a exemplo de caso do sistema especialista de apoio à decisão, aplicado à avaliação de qualidade por atributos desenvolvido por PALADINNI[22], onde os recursos da “*shell*” se adequaram perfeitamente ao problema, obtendo-se bons resultados.

No entanto, a “*shell*” Exsys não permite muitas das facilidades que são oferecidas pelo KAPPA, no que diz respeito a programação orientada ao objeto. Neste sentido, o *software* KAPPA é mais completo, e por isso adotamos a sua utilização.

Além disto, a “*shell*” KAPPA possui todos os recursos gráficos do ambiente Windows 3.1.

6.3.3 - Características da *Shell*

O KAPPA é um *software* sofisticado que trabalha em ambiente Windows que nos últimos anos foram vastamente utilizados, tornando-se muito popular e criando a possibilidade de serem operados maior parte dos usuários das áreas de computação tanto das empresas pequenas como das grandes.

O KAPPA permite a utilização de linguagem tanto numérica como simbólica, e a programação orientada ao objeto e o raciocínio baseado em regras são integrados.

Um sistema com base de conhecimento contém representações da estrutura e dos processos do domínio. No KAPPA, a estrutura e os processos do domínio são representados pela criação de objetos que correspondem a coisas ou conceitos num

domínio. Os processos no domínio são representados em três diferentes maneiras: métodos, funções e regras, descritos brevemente abaixo:

Métodos: consistem em acrescentar objetos de tal maneira que eles representem o comportamento das coisas que a eles correspondem. O procedimento de “slots” é especificado pela criação de métodos.

Os métodos são escritos em KAL, linguagem de programação KAPPA, e especificam como um objeto pode proceder. Esta técnica de armazenar o comportamento de objetos como sendo um de seus atributos é parte de uma técnica de programação chamada programação orientada ao objeto.

Funções: a biblioteca do KAPPA fornece 240 funções, que permitem manipular a base de conhecimento, podendo ser construídas funções específicas pelo usuário.

Regras: são usadas para representar os passos de um processo. Uma regra especifica as condições sob as quais uma ação particular ou inferência pode ocorrer. As regras podem especificar interações complexas entre os componentes de um sistema.

6.3.4 - Desenvolvimento do Sistema Especialista

Para o desenvolvimento do sistema especialista utilizou-se como fonte de conhecimento a própria literatura referente ao QFD, simplificando a etapa de extração do conhecimento, que é considerada a etapa mais difícil.

Essa decisão não faz desmerecer o sistema especialista desenvolvido pois o QFD é uma metodologia extremamente fundamentada, e sua estrutura já foi amplamente discutida e desdobrada. De forma que se torna redundante ir a campo coletar informações de especialistas que a utilizam.

As informações que se obteve em campo estão expostas no item 6.3.1 (Justificativas para o Desenvolvimento do Sistema Especialista), e são a partir delas que desenvolveu-se o sistema especialista.

Para a resolução dos problemas expostos pelos usuários, o desenvolvimento do sistema especialista procurou não apresentar a forma de planilha na interface.

Basicamente se funciona com o usuário respondendo uma série de perguntas, que são entradas de dados relacionadas a "slots" do sistema.

O sistema especialista capta essas informações, utilizando as regras definidas para a captação e alocação de dados, processa-as com suas funções e monta a estrutura da metodologia QFD, sem que o usuário interfira na construção da mesma.

Ao final da captação de entradas de dados, o sistema especialista já tem armazenado e processados os dados, que podem ser numéricos ou simbólicos. Com o resultado da quantificação dessas variáveis, o sistema se utiliza de regras já estabelecidas na construção do sistema especialista, indicando a(s) melhor(es) decisão(ões) a ser(em) tomada(s). Essa decisão se refere ao(s) melhor(es) característica(s) técnica(s) a ser(em) implantada(s) no produto

Após o sistema especialista ter captado todas as entradas de dados, pode-se facilmente construir a planilha de trabalho do QFD, caso o usuário creia que seja necessário. Isso é feito através de uma "session" (interface gráfica ou janela) que aciona uma função gráfica que monta a planilha, podendo inclusive imprimi-la.

6.4 - Descrição do Sistema Especialista

O objetivo desse item é descrever o sistema especialista desenvolvido nesse trabalho, intitulado SE_QFD. A construção desse sistema especialista tem caráter experimental, podendo ser feitas modificações, para adaptar-se à um uso específico.

O sistema especialista concebido nesse trabalho, se apresenta ao usuário como um longo questionário a ser respondido. A interação entre máquina e usuário é feita por *sessions*, que são telas de interface que o KAPPA possui. Essas *sessions* possuem perguntas, que podem ser respondidas com pequenas frases, palavras ou números.

Assim, por exemplo, quando o sistema especialista expõe a pergunta "*Qual o 1º requisito?*", o usuário tem acesso a um espaço para responder sucintamente, com aproximadamente quinze letras. Se a pergunta for "*E qual seria o índice de importância para esse requisito?*", o usuário é orientado a escolher um dos números indicados. Se a

pergunta for “*Qual o relacionamento entre o requisito (nome_do_requisito) e a característica técnica (nome_da_característica) ?*”, o usuário poderá escolher entre índice de relação forte, moderado, fraco ou nenhum. Nos três exemplos de perguntas citados, há sempre como chamar um dispositivo de ajuda (help), caso o usuário ainda não conheça a terminologia do QFD.

Algumas destas *sessions* apresentam informações armazenadas em listas no próprio sistema, a exemplo das telas que trazem perguntas que relacionam requisitos e características que já foram definidos antes.

Todas as respostas que são dadas às perguntas das *sessions* preenchem *slots*, que são as variáveis do sistemas. Essas “slots” estão relacionadas com a declaração do objetivo, requisitos do clientes, índices de importância, características técnicas, índices de metas alvo, índices da matriz de correlação e aos índices da matriz de correlação triangular (ver capítulo 5).

Há dois tipos de variáveis: as que compõem frases e as que estão relacionadas à números. As que compõem frases estão ligadas aos requisitos e características técnicas. Essas são mantidas em memória e não são processadas, de forma que ao final do processo, o sistema especialista indicará, com essas mesmas frases que foram compostas pelo o usuário, o melhor conjunto de características para atender de melhor forma os requisitos.

As variáveis que estão relacionadas a números, se dividem em dois tipos: as que o usuário indica o próprio valor (a exemplo do índice de importância) e as que o usuário indica uma palavra, que o sistema traduz em número. Esses dois tipos de variáveis são dados do processo de quantificação do QFD. De acordo com o escore relativo dessa quantificação, que é formado por esses números, o sistema indicará qual o melhor conjunto de características técnicas para atender de melhor forma os requisitos. Esse processo de quantificação, bem como a formação do escore relativo são feitos por funções numéricas, que processam as *slots* de caráter numérico.

O direcionamento desse questionário é feito por regras definidas no desenvolvimento do sistema. Essas regras traduzem em número o *slot* em questão, direcionam a sequência de perguntas, etc. Um exemplo mais simples de regras que

direcionam o questionário, é a que define a próxima pergunta, de acordo com a resposta de *sim* ou *não* (ver fig.6.2).

Dentro da estrutura do sistema especialista, especificada no item 6.2.4, essas regras que direcionam o questionário e algumas funções, que não contêm conhecimento do QFD, representam o motor de inferência do sistema. Já as funções que trabalham com o conhecimento da estrutura do QFD, e as regras que traduzem palavras em números, fazem parte da base de conhecimento.

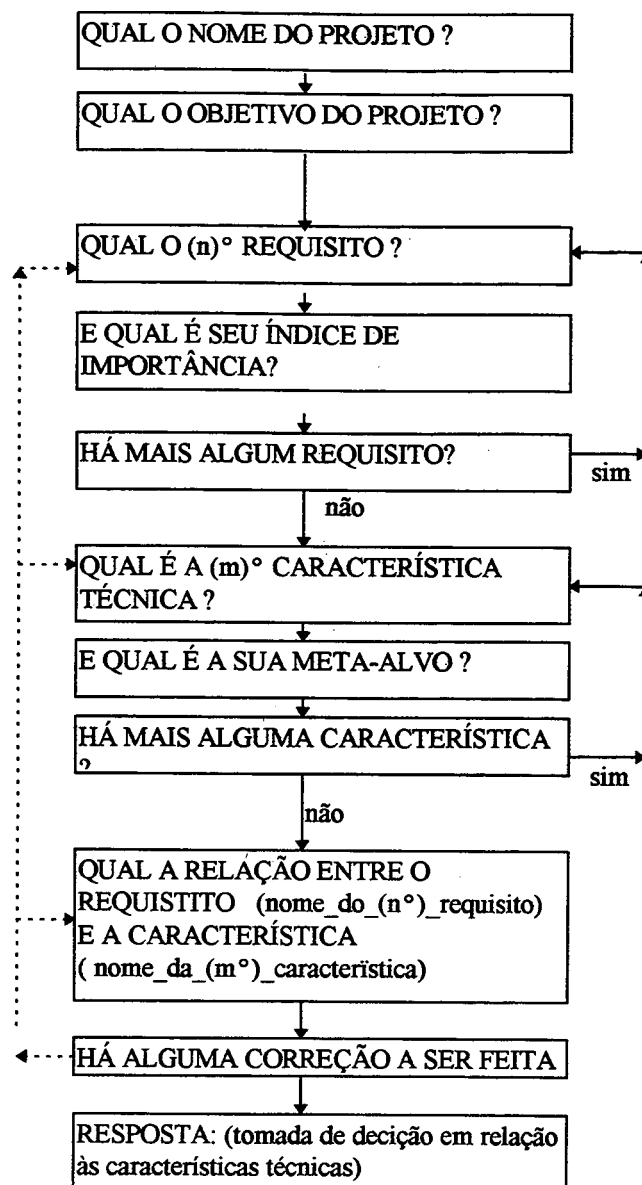


Fig. 6.2 - Algoritmo com a sequência de perguntas do SE_QFD

Ao final do questionário, o sistema especialista já tem montada a estrutura do QFD, e indica a melhor decisão a ser tomada, em relação às características técnicas. Junto com o resultado final há uma opção de se visualizar a planilha QFD. É bom lembrar que, em nenhum momento o usuário trabalhou com essa planilha. Esse é apenas um recurso final, que foi montado a partir das respostas do usuário. A formação dessa planilha visualizável, é feita por um programa, que entra no sistema, através de uma função que a chama. Esse programa, que se chama QFD.EXE, foi desenvolvido em Pascal for Windows, e utiliza programação orientada ao objeto, o que facilita muito a construção de imagens. A opção de integrar um programa ao sistema especialista, ao invés de utilizar os recursos das *sessions* que o KAPPA possui, se deu pelo fato de que, cada projeto tem suas características próprias. Assim, um projeto pode ter cinco requisitos e dez características técnicas, e um outro pode ter dez requisitos e quinze características técnicas. A utilização de *sessions* não permite facilmente os recursos gráficos utilizados para formar o desenho da planilha, se adaptarem à nova estrutura de cada projeto, o que se consegue facilmente com a programação orientada ao objeto.

A construção do banco de dados aproveita a estrutura que o KAPPA possui. O sistema especialista em questão, através de uma função desenvolvida, cria instâncias para cada novo nome de projeto, vinculando assim, todas novas *slots* (variáveis), ao nome do projeto. Assim, para um projeto hipotético denominado TESTE, o valor de sua *slot* para o 2º índice de importância, que, por exemplo, o usuário tenha dado o valor 2, seria denominado TESTE:índice2:3. O mesmo acontece para todas as outras variáveis.

7 - FERRAMENTAS AUXILIARES AO QFD

O objetivo desse capítulo é definir sucintamente algumas das ferramentas da administração moderna que podem ajudar o QFD. Além de definir-se seus conceitos e modos de utilização, procura-se sugerir onde e quando elas podem ser melhor utilizadas. Este capítulo é um complemento do capítulo seguinte, onde será definido o modelo de implantação do QFD, comentando cada etapa e indicando as ferramentas a serem utilizadas.

7.1 - Análise Lingüística

Pode ser considerado mais um procedimento do que uma ferramenta. A Análise Lingüística é de grande utilidade na fase de Projeto do Produto, pois a partir das necessidades expressas por uma linguagem usual, essa análise procura rescrever as afirmações dos consumidores de maneira mais clara para a equipe de projeto.

Isso se torna interessante, pois, como foi discutido nos capítulos 2 e 4, os consumidores nem sempre tem bem esclarecidas suas reivindicações, e utilizam uma linguagem que difere da utilizada tecnicamente. Essa diferença de linguagem, e um mal preparo para interpretá-la, pode causar uma distorção das necessidades expressas pelo consumidor.

A Análise lingüística pode ser usada também na fase de coleta de dados para a primeira matriz, antes e depois do conjunto Diagrama de Afinidades, Relações e Árvore.

7.2 - Diagrama de Afinidades

O objetivo desta técnica é o agrupamento de um grande número de idéias, dados, opiniões e informações levantados em torno de uma situação, em conjuntos, conforme a afinidade que possuem entre si. Organiza-se esses dados, baseando-se em relações naturais percebidas.

Esse método converte conceitos vagos em específicos, através do uso de linguagens e diagramas. Com isso, estimula-se a criatividade facilitando o surgimento de novas idéias, novos enfoques ou maior compreensão da situação.

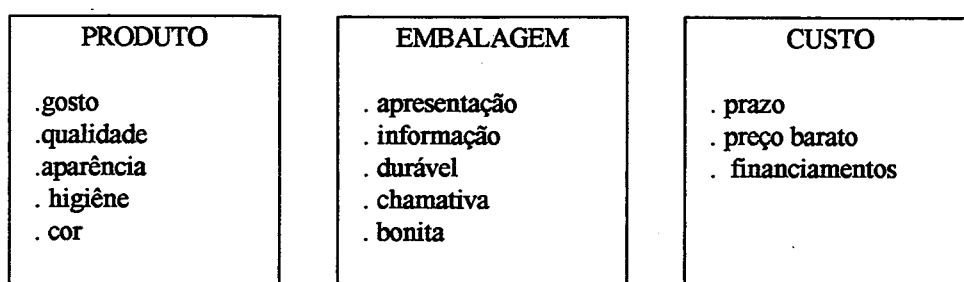


Fig. 7.1 - Diagrama de Afinidades para um produto genérico

Como ferramenta auxiliar ao QFD, o Diagrama de Afinidades é utilizado na fase de coleta e tratamento de dados da primeira matriz. As necessidades do cliente levantados através de entrevistas, pesquisas, *brainstorming*, observação direta, etc, se apresentam de forma desordenada e confusa. Com o Diagrama de Afinidades, esses dados são agrupados em conjuntos de afinidades rotulados, conseguindo-se assim, uma organização geral dos dados

7.3 - Diagrama de Relações

O Diagrama de Relações mostra os diversos itens ou fatores relevantes em uma situação ou problema complexo, indicando as relações lógicas entre os mesmos através

de setas. Com essas setas definem-se causas primárias ou gargalos. As causas primárias são identificadas por um maior número de setas saindo, e os gargalos, pelo número de setas chegando. Com esses conceitos, define-se melhor o que realmente a necessidade do cliente, diferenciando-se de uma reivindicação usual.

Para a utilização como ferramenta do QFD, o Diagrama de Relações deve ser usado em conjunto com os Diagramas de Afinidades e de Árvore, na fase de coleta e tratamento de dados.

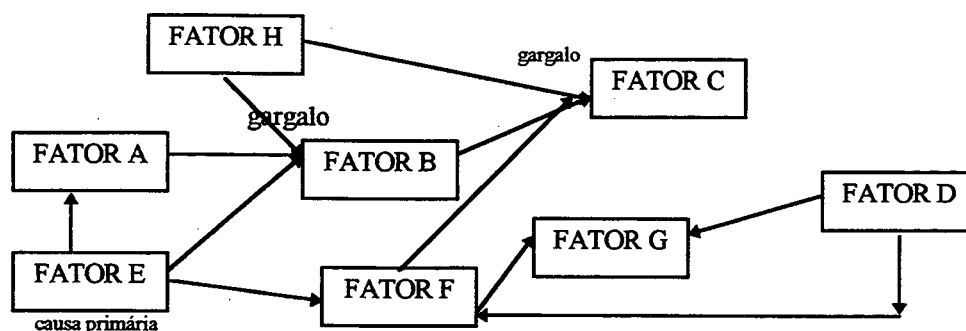


Fig. 7.2 - Exemplo de Diagrama de Relação

7.4 -Diagrama Árvore

Esse método inicia-se com um resultado final, ou um efeito, que deseja-se evitar ou alcançar. A partir de um objetivo principal, faz-se o desmembramento em objetivos menores e identifica-se os contribuintes potenciais para o resultado. Cada contribuinte passa a ser um sub-resultado, que tem seus sub-contribuintes.

Na aplicação como ferramenta auxiliar ao QFD, o Diagrama Árvore pode ser utilizado na fase de coleta de dados para a primeira matriz, logo após o Diagrama de Afinidades e o Diagrama de Relações, servindo para expandir manifestações dos consumidores até um nível em que se possa associar um requisito técnico mensurável, provocando nesse ponto, a mudança. O uso dessa ferramenta se torna importante pois, muitas vezes o cliente manifesta em sua voz, características detalhadas de projeto ou até

mesmo de processo. Assim, o Diagrama Árvore traz a necessidade do cliente através de um desdobramento de sua voz.

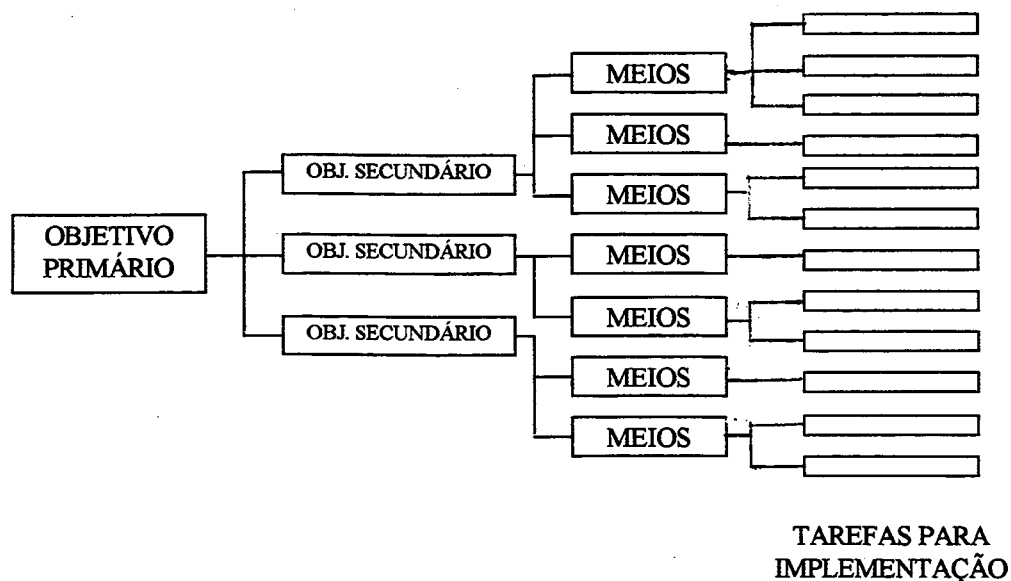


Fig. 7.3 - Exemplo de Diagrama de Árvore

7.5 - Brainstorming.

O *Brainstorming* é um processo baseado na teorização quanto às causas. Assim, reúne-se o grupo, constituído por pessoas afetadas pelo problema, que são requisitadas a levantar possibilidades para as causas do problema, em questão de pouco tempo. As teorias levantadas na reunião são organizadas em grupos interrelacionados. Com essa organização, simplifica-se a compreensão, o que auxilia a decisão de quais teorias devem ser trabalhadas.

Como ferramenta auxiliar ao QFD, o *brainstorming* pode ser utilizado em todas as fases. Na primeira fase, a de projeto do produto, por exemplo, pode ser usado para levantar Características de Qualidades Exitantes ou Unidimensionais (ver cap.4) ou para propor alternativas e inovações de características de projeto.

7.6 - *Benchmarking*

O processo de pesquisar novas idéias para métodos, práticas e processos e adotar ou adaptar as boas características e implementá-las é o que se denomina *Benchmarking*. Basicamente, é um processo de desdobramento e análise da concorrência, de onde estabelece-se alvos, que guiam os planos de melhoria. As quatro premissas básicas do *Benchmarking* são:

- 1) Conheça suas operações: para uma empresa se defender da concorrência é necessário identificar seus pontos fortes e fracos sabendo que os competidores estarão fazendo o mesmo;
- 2) Conheça os líderes da indústria ou competidores: conhecendo os pontos fortes e fracos de seus competidores e dos líderes da indústria a empresa poderá identificar áreas de melhoria e estará preparada para desenvolver sua estratégia de diferenciação no mercado;
- 3) Incorpore o melhor: deve-se aprender com os melhores e não hesitar em copiar ou modificar e incorporar o que for interessante para a empresa;
- 4) Ganhe superioridade: se a empresa incorporou o melhor dos melhores procurando atacar os pontos fortes e fracos do mercado, passará para uma posição de superioridade.

O *Benchmarking* se torna uma ferramenta interessante a ser usada em auxílio ao QFD, nas fases de Desdobramento do Projeto e Planejamento do Processo.

Na fase de Desdobramento do Projeto, é interessante usar a abordagem de *Bechmarking* de Produto, também conhecida por engenharia reversa. Essa abordagem é feita, em geral, com engenheiros e técnicos desmontando produtos concorrentes e comparando-os com o modelo da empresa.

Assim, obtém-se informações a respeito de: conceitos de projeto, tecnologia de materiais, processos de fabricação, métodos de montagem, comparação de listas de peças, comparações de custos, variabilidade, etc.

Já na fase de Planejamento do Processo, a abordagem a ser utilizada é a de *Benchmarking* de processo. Com a determinação das partes críticas do produto na fase anterior, pode-se determinar os processos críticos e as etapas críticas do processo que requerem um maior controle de qualidade.

7.7 - Análise do Valor e Engenharia do Valor

"Análise do Valor é um sistema para soluções de problemas implementado pelo uso de um conjunto específico de técnicas, uma porção de conhecimento e por uma equipe previamente treinada. Constitui uma abordagem organizada e criativa que tem por objetivo a eficaz identificação de custos desnecessários, isto é, custos que não provenham características de qualidade, uso, vida útil, aparência ou característica de consumo". MILES[26]

A AV é uma abordagem que consiste na aplicação de um conjunto de técnicas para identificar as funções de um produto ou serviço e estabelecer um valor para estas. Através deste procedimento visa-se obter uma redução de custo sem a degradação da qualidade do produto.

A Engenharia de Valor tem os mesmos conceitos da Análise do Valor, diferenciando-se apenas que é aplicada em casos de novos produtos. Para compreender o funcionamento da AV/EV, é necessário estar integrado com os conceitos de funções e valor.

As funções de um produto estão associadas às necessidades dos consumidores. Devem ser as respostas aos seus desejos e necessidades. Assim um item ou componente de um produto é um meio para prover uma função e não um fim em si mesmo.

Os desejos e necessidades dos consumidores devem ser cuidadosamente estudados, identificados e traduzidos na forma de funções. A cada necessidade ou desejo identificados, deve-se associar duas palavras: um verbo ativo e um substantivo definido, que identificam a função desejada.

O Valor é uma relação entre desempenho e custo, assim: Segundo MILES[26] "O valor é sempre aumentado ao se diminuir custos (mantendo, é claro, o desempenho)..." e "O valor é aumentado ao se aumentar o desempenho (se o consumidor precisar, querer ou estiver com vontade de pagar mais pelo desempenho)".

A abordagem da AV tem por objetivo principal, aumentar o valor de um produto. A redução do o custo pode até estar associada, mas não é necessariamente o objetivo. Isso acontece quando a AV elimina componentes e processos desnecessários ou simplifica os processos produtivos.

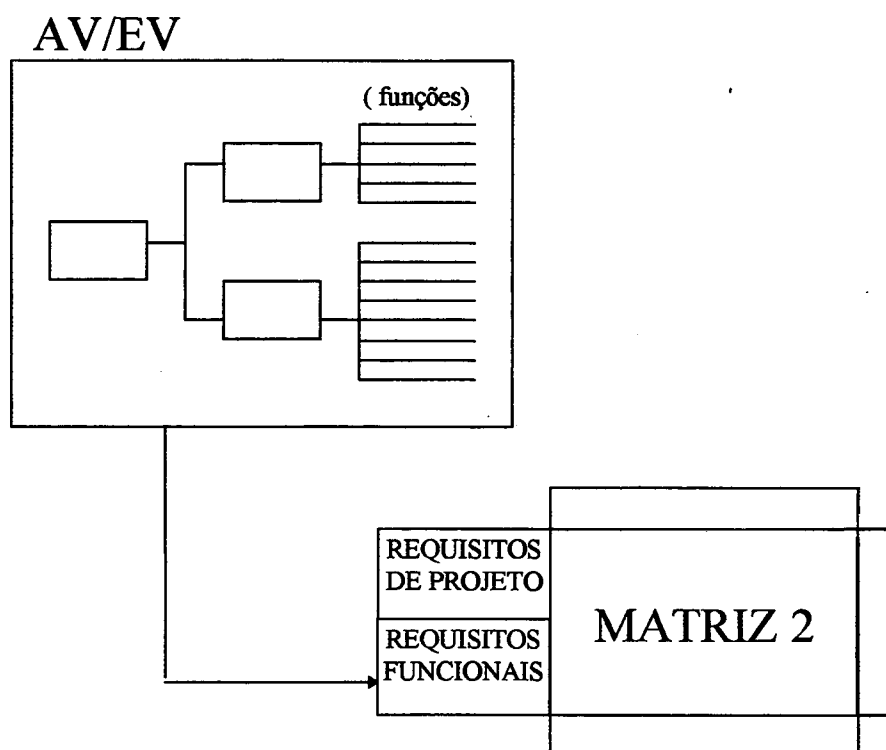


Fig. 7.4 - Análise e Engenharia de Valor como ferramenta para o QFD.

Utilizando a AV/EV, o pensamento criativo é desbloqueado ao se desvincular da forma física ou do conceito do produto existente. Com a remoção do bloqueio da visualização, surgem oportunidades excepcionais para o pensamento criativo.

A principal carência da AV/EV advém do fato que ela não liga as funções aos processos produtivos, que é uma das características do QFD. A AV/EV, deste modo, pode servir como uma ferramenta para auxiliar o QFD, pois com a ela, pode-se desdobrar as funções, criando opções de características de projeto ou processo, que são entradas de dados do QFD. Assim as duas ferramentas podem ser utilizadas em conjunto, gerando um potencial sinérgico de alto valor.

Como a AV/EV trabalha com a identificação de funções, e estabelecimento de seus valores, deve ser utilizada na fase de Planejamento do Projeto, como uma ferramenta auxiliar para o QFD. Alguns dos pontos que a AV/EV deixa bem claro, e que são importantes na fase inicial do QFD são: identificação das funções do produto, identificação de novas funções que precisam ser incorporadas no produto, identificação das funções mais importantes do produto e determinação de áreas para redução do custo do produto e aumento do seu valor.

7.8 - FMEA

FMEA é a sigla em inglês de Análise de Modos e Efeitos de Falha. A aplicação desta técnica consiste em reunir especialistas de cada área do setor produtivo da empresa, para fazer a análise de todas as falhas potenciais, de suas causas e efeitos, para cada produto ou processo.

À princípio, identifica-se suas funções, as possíveis falhas que poderiam acontecer e os efeitos provenientes. Após esse levantamento de dados, busca-se as causas que poderiam provocar as falhas. Baseado numa quantificação de índices levantados em

dados fornecidos por experiências anteriores, ou dados estatísticos, avalia-se o risco que a empresa assume sobre falhas nos seus produtos, em relação aos consumidores e à própria empresa.

Para melhor entender o FMEA, precisamos definir alguns termos de sua utilização:

. falha - evento no qual qualquer item ou parte deixa de realizar a função para qual foi concebido. Alguma condição adversa que faz com que o produto não cumpra o planejado. Não conformidade apresentada em qualquer situação do planejamento, processo ou utilização de um sistema, subsistema ou componentes.

. sistema - composição de equipamentos, técnica e habilidades capazes de realizar ou dar suporte a uma função operacional.

. subsistema - composição de conjuntos, grupos, etc, que realiza uma funções operacionais dentro de um sistema.

. componente - parte elementar de um sistema ou subsistema.

Assim, podemos resumir as três principais finalidades do FMEA, como:

. reconhecer e avaliar falhas potenciais de ocorrer em um produto, e quais suas consequências.

. identificar ações que poderiam eliminar ou reduzir os riscos relacionados àquelas falhas potenciais.

. documentar esse processo de reconhecimento, avaliação e prevenção de falhas.

O FMEA tem uma boa aplicação ao QFD nas fases de Desenvolvimento do Projeto e Planejamento do Processo, operando como um recurso para reconhecer problemas potenciais, ou já existentes, medir riscos associados a estes problemas e tomar ações preventivas ou corretivas.

Na fase de Desenvolvimento do Projeto, o FMEA é utilizado especificando-se os requisitos de desempenho, aplicações, condições de funcionamento, materiais e componentes a serem utilizados. A partir daí, são previstas as falhas em potencial, devido às falhas em potencial devido a deficiências de projeto, bem como as ações preventivas a serem adotadas. O FMEA está relacionado à falhas de concepção, que podem comprometer o desempenho esperado quando em uso, sua funcionalidade no sistema onde está inserido, expectativa dos clientes, etc. Também pode ser utilizado como forma de validação ou revisão do projeto inicial.

Outra grande utilidade dessa ferramenta é no planejamento de ensaios de confiabilidade, no qual o FMEA direciona esses ensaios aos modos de falha mais críticos. Nesses ensaios, de caráter destrutivo, propicia-se o conhecimento e domínio da vida útil do produto.

1. Empresa: 2. Departamento: 3. Folha: 4. Responsável:						
COMPONENTES	MODOS DE FALHA	POSSÍVEIS EFEITOS		CATEGORIA DE RISCOS	MÉTODOS DE DETECÇÃO	AÇÕES DE COMPENSAÇÕES E REPAROS
		EM OUTROS COMPONENTES	DESEMPENHO TOTAL DO SISTEMA			
MAÇANETA DE PORTA	FALHA EM SOLTAR A EMPUNHADURA	NÃO	NÃO ABRE A PORTA	III	VERIFICAR GIRANDO A MAÇANETA	COLOCAR UM NOVO PARAFUSO UNINDO O TRINCO

Fig. 7.5 - Análise de Modos e Falhas para uma maçaneta

Na fase de Planejamento do Processo, o FMEA é utilizado na escolha do processo de manufatura a ser utilizado, dos materiais e insumos de processo, de quais variáveis a serem controladas, etc. A principal preocupação é a identificação das falhas

potenciais motivadas por deficiências ou limitações do processo ou métodos de controle, e quais são as medidas preventivas a serem adotadas. O FMEA também pode ser utilizado como recurso para avaliação de processos já existentes, e avaliar riscos de ocorrência de novos problemas.

7.9 - O Método Taguchi

Para entender o método de Taguchi, é necessário entender primeiro o conceito de robustez de um produto. Taguchi define a robustez, como sendo a capacidade de um produto manter seu desempenho projetado, mesmo em condições operacionais adversas. Os projetistas tradicionais, também se preocupam com essas condições adversas, mas em geral, fazem uma análise de cada parte do produto, em separado, sem levar em consideração as possíveis falhas que ocorreriam pela má interação entre partes.

A teoria de Taguchi foi inovadora, pois, durante muito tempo, o produto era encarado como sendo um conjunto de partes que se encaixavam. Para isso, se utilizam as tolerâncias que são desvios em torno de valores nominais especificados para determinada medida. Usando essa interpretação, a qualidade do produto estava associada aos cumprimentos dessas especificações. Isso leva a pensar a qualidade de um produto em termos de desvios aceitáveis de valores nominais e não em termos de um esforço contínuo para atingir estes valores. A teoria de Taguchi trouxe para o projeto uma responsabilidade maior de buscar atingir estes valores de maneira consistente.

Para avaliar o prejuízo de um produto que não exerce seu desempenho esperado, Taguchi introduziu o conceito de função perda de qualidade. Esta função avalia a qualidade de um produto no seu meio de utilização e quantificar de maneira aproximada o custo do desvio dos valores estabelecidos. Essa perda pode ser calculada, de maneira aproximada, com a seguinte fórmula: $Perda = D^2C$. A letra D representa o valor do desvio e a constante C representa o custo das contramedidas necessárias para que a fábrica se mantenha no valor alvo. Sendo esta perda calculada em valores monetários, o

engenheiro passa a dispor de uma ferramenta que permite avaliar custo e qualidade nos estágios iniciais de projeto e buscar a combinação ideal; baixo custo com qualidade via redução da variabilidade.

Sendo assim, há uma maior preocupação com a fase de projeto, com o objetivo de desenvolver-se um produto de qualidade com o menor custo possível, minimizando as variações. Para isso, Taguchi (in MARTORANO[7]), desenvolveu uma abordagem de três passos, com o objetivo de assinalar valores e tolerâncias para os parâmetros do produto ou processo.

Projeto do sistema: trata do projeto básico do produto e do processo, desenvolvido a partir da tecnologia e recursos disponíveis. O projeto do sistema requer uma compreensão das necessidades dos consumidores e da capacidade de fabricação da organização.

Projeto de Parâmetros: nesta etapa, estuda-se efeitos de parâmetros controláveis do produto (ou processo) sobre a resposta de maneira a reduzir a sensibilidade do produto (ou processo) às fontes de variação. No delineamento de experimentos, busca-se reduzir as variações de desempenho, reduzindo-se a influência das fontes de variação, ao invés de controlá-las, o que torna esta técnica muito efetiva em termos de custos.

Projeto de tolerâncias: é um processo científico de assinalar tolerâncias com relação aos valores nominais identificados no projeto de parâmetros. Nas etapas de projeto de parâmetros e de tolerâncias utiliza-se a técnica de delineamento de experimentos.

Segundo MARTORANO[7] o método Taguchi pode ser usado no QFD, desde a fase de projeto do produto. A partir dos requisitos técnicos mais importantes, assinalados na casa da qualidade, pode-se determinar as funções críticas, na carta de funções os requisitos, e a partir daí identificar as partes críticas do produto. Estas partes devem ser reprojetadas ou, no caso de um produto novo, dimensionadas com especial cuidado.

O método de Taguchi serve, então, como uma ferramenta de grande utilidade para projetar estas partes (ou componentes), garantindo sua qualidade ou sua robustez.

O uso do método Taguchi também se faz na fase de projeto do processo, onde os processos críticos, identificados na matriz de partes vs. processos, devem ser analisados para garantir a menor variabilidade no processo de fabricação destas partes.

De uma maneira geral, o método Taguchi pode ser utilizado como um complemento do QFD amplo para:

- alcançar o melhor desempenho possível do produto (otimização);
- alcançar a melhor reprodutibilidade e o melhor desempenho na fabricação e no uso (robustez);
- para reduzir custos.

7.10 - Conclusão

As ferramentas citadas nesse capítulo, tem aplicações em etapas ou matrizes específicas, conforme a utilização. O uso de ferramentas é fundamental para o sucesso do QFD. Principalmente para a abordagem de Macabe, que está sendo utilizada nesse trabalho, pois, conforme foi mencionado no capítulo 3, a correta utilização de ferramentas torna essa abordagem tão eficaz quanto as outras, apesar de ser bem mais simples. No capítulo seguinte, onde se define o modelo de implantação, é sugerido um modo de utilização dessas ferramentas.

8. MODELO PARA A APLICAÇÃO DO QFD

Como foi discutido antes, o QFD apresenta uma forma simples e organizada para o planejamento da Qualidade e para a orientação de tomada de decisão de projetos. O objetivo desse capítulo é a implantação da ferramenta já concebida: o sistema especialista que processa a metodologia do QFD. Para a sua implantação numa linha de produção se faz necessária a criação de um modelo, que será feita a seguir.

8.1 - Abordagem Básica para o Desenvolvimento do Modelo

Para desenvolver o modelo utiliza-se como base abordagem de JURAN[10], que visa a racionalização do projeto com garantia de Qualidade.

JURAN[9] considera a Qualidade como uma atividade administrativa, e atribui a qualidade de um produto à sua *função qualidade* (termo definido em 3.2.1). Para que se tenha garantia de que a *função qualidade* seja executada conforme o planejado, o autor propõe três atividades, conhecida em conjunto por "Triologia Juran", que são:

- Planejamento da Qualidade;
- Controle da Qualidade;
- Aperfeiçoamento da Qualidade.

Essa abordagem de Juran baseia-se na formação de equipes de projeto para a resolução de problemas específicos, promovendo uma melhoria contínua da Qualidade.

JURAN[10] em sua obra "*A qualidade Desde o Projeto*" apresenta um modelo de planejamento de produto para a garantia da Qualidade, que se adequa a aplicação do Sistema Especialista de QFD.

Segundo o modelo de Juran, as etapas iniciais seriam:

- 1) Estabelecer metas;
- 2) Identificar os clientes;

Segundo o modelo de Juran, as etapas iniciais seriam:

- 1) Estabelecer metas;
- 2) Identificar os clientes;
- 3) Identificar necessidades do cliente;
- 4) Prover medições;
- 5) Desenvolver características do produto;
- 6) Desenvolver características do processo;
- 7) Desenvolver controles do processo.

A partir dessa etapas, que é uma abordagem de Garantia da Qualidade, desenvolvemos o modelo para utilização do QFD em quatro fases, utilizando sistema especialista, para o planejamento e garantia da qualidade do produto.

8.2 - O Ciclo PDCA

Como este trabalho visa apresentar um modelo de implantação, com controle de qualidade, utilizaremos um método que se destina a esse fim. Segundo FALCONI[23], “o ciclo PDCA é um método para a prática do controle”. Esse método foi concebido por Shewart, e sua sigla são as iniciais em inglês de *Plan, Do, Check, Action*. Esses quatro tem o seguinte significado:

- *Plan* (planejar) - esta é a fase de estabelecimento de diretrizes de controle, que tem como etapas básicas: estabelecer metas sobre itens de controle; estabelecer os métodos para atingir-se as metas propostas.
- *Do* (fazer, executar) - nesta fase, executa-se as tarefas exatamente como prevista no planejamento, e ainda, coleta-se dados para a verificação do processo.
- *Check* (verificar) - com os dados coletados na fase anterior, compara-se o resultado com as metas propostas.
- *Action* (agir) - tendo detectado desvios das metas propostas, executa-se as ações corretivas para os problemas.

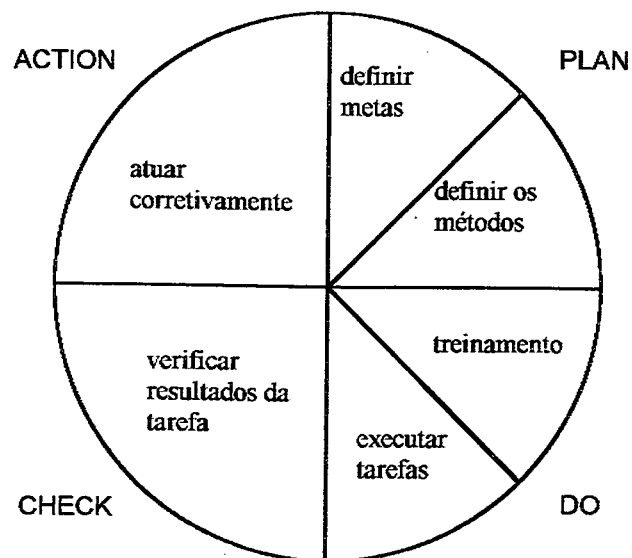


Fig. 8.1 - Ciclo PDCA para o controle do processo

O objetivo do ciclo PDCA é criar um ciclo contínuo de manutenção e melhoria de um processo. Utilizaremos o conceito desse método no desenvolvimento do modelo proposto. Sua inclusão nesse trabalho, se deu pelo fato de que o QFD é basicamente uma ferramenta de planejamento da qualidade. Utilizando o QFD num ciclo PDCA, busca-se uma forma de melhoria contínua, que é essencial para obter-se competitividade.

8.3 - O Modelo Proposto

O desenvolvimento do modelo se baseou na abordagem de Juran, com algumas poucas adaptações.

O modelo proposto segue a concepção do ciclo PDCA de Shewart (in FALCONI[23]), de modo que compõe um ciclo fechado de melhoria contínua. O modelo apresenta como *feedback* o comportamento do produto no mercado, e há uma captação em bancos de dados para cada etapa de desenvolvimento de características, que serve de base para o reprojeto ou otimização do produto.

As oito etapas do modelo que estão relacionadas com a utilização do sistema especialista são essas:

- 1) Declarar objetivos;
- 2) Identificar clientes;
- 3) Extrair as necessidades dos clientes;
- 4) Processar os requisitos do cliente;
 - . Desenvolver os requisitos dos clientes
 - . Desenvolver medições para os requisitos dos clientes
- 5) Planejar o produto;
 - . Desenvolver as características genéricas do projeto
 - . Desenvolver medições para as características genéricas do projeto
 - . Estabelecer metas quantitativas para as características genéricas do projeto
 - . Desenvolver matriz de planejamento do produto
 - . Arquivar matriz em banco de dados
- 6) Planejar o projeto;
 - . Desenvolver as características detalhadas do produto
 - . Desenvolver medições para as características detalhadas do projeto
 - . Estabelecer metas quantitativas para as características detalhadas do projeto
 - . Desenvolver matriz de desdobramento do projeto
 - . Arquivar matriz em banco de dados
- 7) Planejar a fabricação
 - . Desenvolver as características de processos de fabricação
 - . Desenvolver medições para as características de processos de fabricação
 - . Estabelecer metas quantitativas para os processos de fabricação
 - . Desenvolver matriz de planejamento do processo
 - . Arquivar matriz em banco de dados
- 8) Planejar a Produção

- . Desenvolver as características de produção
- . Desenvolver as características de controle de qualidade
- . Desenvolver medições para as características produção e controle de qualidade
- . Estabelecer metas quantitativas para a produção e o controle de qualidade
- . Desenvolver matriz de controle da produção
- . Arquivar matriz em banco de dados

Para melhor compreensão do modelo, comenta-se cada etapa, a seguir.

8.3.1 - Declaração de Objetivos

Seguindo as etapas de Juran para a Qualidade desde o projeto, o primeiro passo é declarar o objetivo, pois não é possível planejar em termos abstratos. Mas antes de iniciar, é necessário fazer um esclarecimento de termos. Juran inicia seu modelo pelo estabelecimento de metas. Dentro da literatura referente ao QFD, muitos autores se referem a esta etapa como sendo **declaração de objetivos** utilizando a palavra **meta estratégica** para a quantificação dos alvos de características técnicas, ou seja os itens "QUANTO". Então adota-se para essa etapa inicial o termo **declaração de objetivos**, para sermos pertinentes a literatura sobre QFD

Basicamente nessa etapa declara-se o que se pretende ao lançar um determinado produto no mercado. Dentro da planilha do QFD, a declaração do objetivo é uma entrada que influi indiretamente. Mas é de extrema importância para o bom funcionamento da metodologia, pois serve como um parâmetro para direcionar o processo e analisar o resultado.

A principal importância da declaração de objetivo na aplicação ao QFD, é definir o inter-relacionamento entre os objetivos da empresa e as necessidades do cliente, ou seja, como a empresa quer conquistar o mercado com o seu produto. A partir desses

objetivos bem definidos, e do conhecimento dos clientes e suas reivindicações, inicia-se as etapas de desenvolvimento de características.

De acordo com Juran[10] o estabelecimento de objetivos do produto deve ter um caráter genérico. Segundo o autor "o estabelecimento de metas estratégicas de qualidade é um primeiro passo vital em direção à tradução de uma visão vaga da realidade".

Juran aponta alguns dos possíveis objetivos genéricos:

- Desempenho do Produto: refere-se a características importantes do desempenho, que determinam respostas a necessidades dos clientes, que influenciam diretamente as possibilidades de venda do produto.
- Desempenho Competitivo: representa a tendência de tornar o desempenho competitivo da Qualidade como meta, e é uma visão baseada no mercado
- Melhoramento da Qualidade: visa o aumento das possibilidades de venda com o aumento da Qualidade.
- Reduzir o Custo da Má Qualidade: visa o aumento das possibilidades de venda dos produtos com a redução do custo da má Qualidade.
- Desempenho de Processos Importantes: se refere ao desempenho de processos importantes que são multifuncionais por natureza.

EUREKA[5] comenta ainda que o QFD pode ter um ou mais objetivos declarados.

8.3.2 - A Identificação dos Clientes

Por definição, os clientes são aqueles que serão impactados ou afetados pelos produtos e processos necessários para se atingir as metas necessárias. JURAN[10].

Essa segunda etapa do modelo tem uma vital importância para a extração das necessidades do cliente. A identificação dos clientes está fortemente relacionada com a declaração de objetivos.

No capítulo 4 discutimos amplamente a classificação e o comportamento dos clientes.

8.3.3 - Extração das Necessidades do Cliente

A partir da identificação de quem são os clientes em potencial, parte-se para o processo de obtenção de suas necessidades.

JURAN[10] propõe 4 métodos para descobrir as necessidades dos clientes:

1) Ser um cliente - quando o próprio projetista faz uso do produto ou dele tem necessidade, ele consegue definir melhor essas necessidades, pois propicia informações vitais a respeito de como os cliente gastam o seu tempo, quais atividades exigem mais de seus recursos, quais são as tarefas mais desagradáveis e quais são os problemas não resolvidos.

2) Estudar o comportamento do cliente - o comportamento dos clientes é um indicador melhor das suas ações futuras do que aquilo que eles dizem. O comportamento do cliente consiste nas ações efetuadas em tempo real e no mundo real. As suas opiniões são indicadores sujeitos a uma revisão posterior, quando são enfrentadas as realidades. Os modos básicos que devem ser utilizados para estudar o comportamento são:

- ações dos clientes ligadas a insatisfações - queixas e protestos.
- ações dos clientes relacionadas à receita de vendas - declínio ou ascensão de vendas.
- observação direta - por meio de observação, que pode ser inclusive através de dispositivos, consegue-se captar as necessidades que, muitas vezes, não são expressas.

3) Comunicar-se com os clientes - O primeiro passo para a criação de uma inteligência de campo é a formulação de perguntas básicas em relação ao produto, tais como: Quais são as características do produto que são de maior importância para você? A respeito dessas características chaves, como nosso produto se compara àqueles de nossos concorrentes? Qual é a importância dessas diferenças de qualidade para você, em dinheiro ou em outras formas que possam ser importantes para você?

Para obtenção dessas informações, se faz necessário o uso de ferramentas de coleta de dados. As mais comuns são:

- questionários pelo correio;
- questionários de *feedback*;
- questionários por telefones;
- visitas a clientes, feita pelo departamento de vendas;
- visitas a clientes, feita por altos gerentes;
- parcerias entre fornecedor e cliente;
- reunião de grupos de foco.

Depois de ter levantado todos os dados pertinentes, é aconselhável fazer uso da amostragem, que reduz muito o tempo e custo de trabalho.

4) Simular o uso dos clientes - uma forma adicional de se identificar as necessidades dos clientes é através da simulação. Nesse método, números testes são conduzidos por especialistas treinados, sob condições de laboratório controladas. É muito usado nas indústrias de serviço e quando o produto apresenta algum risco potencial à integridade física ou à saúde do consumidor.

A grande vantagem que a simulação apresenta é a possibilidade de exclusão de variáveis indesejadas. Essa exclusão permite determinar com maior precisão o efeito de características específicas de qualidade sobre a adequação global para o uso. Além disso, a simulação custa menos que a pesquisa de mercado em condições reais de tempo.

8.3.4 - Processamento dos Requisitos do Cliente

Há de fazer um esclarecimento muito importante nessa etapa. A necessidade do cliente não é necessariamente o requisito do cliente. FONSECA[24], discute amplamente esse assunto, que é a transformação de necessidade em requisito do cliente.

Autores como EUREKA[5] e MIRSHAWKA[11], afirmam que a necessidade do cliente deve inserir na sua forma mais pura no processo do QFD, e daí então não haveria

porque dividir as etapas de extração de necessidades do cliente e desenvolvimento de requisitos do cliente.

Mas outros autores discordam, como ULLMAN[2], que afirma que "a parte mais importante para a compreensão de um problema de projeto é estabelecer claramente aquilo que o cliente quer".

Os clientes declaram suas necessidades em termos qualitativos e muitas vezes abstratos. No desenvolvimento de requisitos do cliente é feito uma avaliação e um processamento do que foi exposto e captado em termos de necessidades do cliente. Isso porque, muitas vezes se expõe uma mesma necessidade de formas diferentes, ou então o cliente não conseguiu entender o que realmente é a necessidade. De modo que essa fase representa uma filtragem e uma racionalização de necessidades em requisitos.

Seguindo essa linha de pensamento, HUBKA[4] afirma que essa etapa de desenvolvimento de requisitos do cliente seria uma elaboração da informação dada subsistema humano para uma melhor interação com o subsistema técnico, representado pelo QFD. Esse autor estabelece ainda, a obrigatoriedade de transformar essas necessidades em requisitos.

PAHL[12] afirma que "a primeira fase do projeto do produto é obter informações tendo como fonte o cliente e a partir daí elaborar uma lista com os requisitos esclarecidos", o que vai de encontro com as idéias de ULLMAN[2] e HUBKA[4].

As ferramentas auxiliares recomendadas nessa fase seriam:

- *brainstorming*;
- diagrama de afinidade;
- diagrama de relações
- diagrama árvore.

O uso dessas ferramentas está descrito no capítulo 7.

8.3.5 - Planejamento do Produto

Nessa etapa, o propósito é mostrar como corresponder às necessidades dos clientes, através do desenvolvimento de características genéricas do projeto que atendam àquelas necessidades.

Na aplicação do QFD em quatro fases, proposta por Macabe, o desenvolvimento dessa etapa junto com a anterior, fechariam a primeira matriz, que é a Matriz de planejamento do produto que relaciona requisitos do cliente com as características genéricas do projeto,(Ver fig 8.2)

Para escolher as características, se utiliza uma metodologia constituída por uma série de etapas, conhecida por **desenvolvimento do produto**, que inclui:

- 1) Exame das alternativas disponíveis de características do produto para atender às necessidades dos clientes.
- 2) Criação de novas alternativas.
- 3) Experimentação e testes das alternativas, para escolher a ótima.
- 4) Definição das características escolhidas para o produto.

O desenvolvimento de produtos envolve o planejamento para vários parâmetros: custo, programação, qualidade e assim por diante. O parâmetro de qualidade envolve a satisfação das necessidades dos clientes através da escolha e definição de suas metas.

Como poderá ser visto no organograma do modelo proposto, em todas as fases de desenvolvimento de características do QFD sugere-se o uso de ferramentas auxiliares. Nessa fase de desenvolvimento de características genéricas de projeto as ferramentas auxiliares recomendadas seriam:

- análise e engenharia do valor
- *brainstorming*
- diagrama árvore
- análise lingüística
- método Taguchi
- FMEA

O uso dessas ferramentas está descrito no capítulo 7.

Uma das principais facilidades e vantagens que o QFD apresenta é uma formação de bancos de dados de forma organizada. Assim final dessa fase e de todas as outras, através do uso do sistema especialista, toda a Matriz de Planejamento do produto é arquivada em banco de dados, podendo prover futuramente, informações sobre o planejamento e o histórico, que servirá de base para a otimização ou reprojeção do produto, criando um ciclo fechado de melhoria contínua.

8.3.6 - Planejamento do Projeto

Nessa etapa, o propósito é mostrar como corresponder às necessidades das características genéricas do projeto, através do desenvolvimento de características detalhadas de projeto que atendam àquelas necessidades. É uma fase extremamente técnica, sendo responsabilidade de projetistas e engenheiros.

Na aplicação do QFD em quatro fases, proposta por Macabe, o desenvolvimento dessa etapa junto com a anterior, fechariam a segunda matriz, que é a Matriz de Desdobramento do Projeto que relaciona as características genéricas do projeto com as características detalhadas de projeto. (Ver fig. 8.2)

Para escolher as características, pode-se fazer uso da metodologia de desenvolvimento do produto descrita no item anterior.

No desenvolvimento de características detalhadas de projeto as ferramentas auxiliares recomendadas seriam:

- Técnicas de Taguchi
- FMEA
- *Benchmark* de produto
- Diagrama de afinidades

O uso dessas ferramentas está descrito no capítulo 7.

Ao final dessa fase, através do uso do sistema especialista, toda a Matriz de Desdobramento do Projeto é arquivada em banco de dados, podendo prover futuramente,

informações sobre o planejamento e o histórico, que servirá de base para a otimização ou reprojeção do produto, criando um ciclo fechado de melhoria contínua.

8.3.7 - Planejamento da Fabricação

Essa etapa é também tipicamente uma etapa técnica, que tem como propósito atender as necessidades definidas no planejamento do projeto, através do desenvolvimento de características do processo.

Determinar as operações de fabricação necessárias é a próxima etapa, que muitas vezes fica restrita a importantes investimentos prévios em instalações e equipamentos. Segundo essas restrições operacionais, são determinadas as operações de fabricação mais críticas para a criação de características do componente desejadas, assim como os parâmetros do processo das operações que mais influenciam estas características.

Para o desenvolvimento de características de processos de fabricação o projetista deve ter conhecimento de todas as atividades do projeto do processo, que são as atividades de definição dos meios específicos a serem usados pelas forças operacionais para atingir as metas de qualidade do produto. Isso inclui:

- escolha do processo;
- características do processo;
- capacidade do processo;
- condições operacionais;
- meios para se atingir as metas de qualidade do produto;
- provisão de espaço físico;
- provisão de instalações;
- provisão de equipamentos;
- o equipamento a ser providenciado;
- o *software* associado (métodos, cuidados, procedimentos);
- informações de como operar , controlar e manter o equipamento.;
- processos alternativos.

Para entender-se melhor os limites de desenvolvimento de características de processos, Juran divide a capacidade do processo em dois conceitos:

- capacidade de realização de metas estratégicas;
- capacidade de reproduzir os resultados com consistência.

Esses dois conceitos estão relacionados com os conceitos de precisão e exatidão.

Além disso, o projetista deve estar atento ao fato de que o desempenho de um processo não é necessariamente a sua capacidade. O desempenho do processo é o que ele realmente faz e a capacidade de um processo é o que ele poderia fazer, sem as causas do seu mal desempenho.

O projetista de processo precisa desenvolver uma compreensão das relações múltiplas variáveis do processo e os resultados do produto associado. Assim as operações podem ser conduzidas com rendimento e custos ótimos, os controles de processos podem ser projetados para maior eficácia, e as forças operacionais podem ser dotada de compreensão mais profunda das variáveis que devem manter sob controle.

O fato de que o desenvolvimento de características de processo utilizar uma linguagem extremamente técnica, faz com que se tenha a necessidade de racionalizar uma abordagem. Para isso, seria interessante definir e padronizar terminologia básica, e estabelecer abordagem conceitual para definição da capacidade do processo, definir dados de entrada essenciais, unidades de medidas, método de avaliação, etc.

Na aplicação do QFD em quatro fases, proposta por Macabe, o desenvolvimento dessa etapa junto com a anterior, fechariam a terceira matriz, que é a Matriz de Planejamento do Processo que relaciona as características detalhadas de projeto com as características do processo de fabricação. (Ver fig. 8.2)

Nessa fase de desenvolvimento de características de processo de fabricação as ferramentas auxiliares recomendadas seriam:

- Técnicas de Taguchi;
- FMEA;
- *Benchmark* de processo.

O uso dessas ferramentas está descrito no capítulo 7.

Ao final dessa fase, através do uso do sistema especialista, toda a Matriz de Planejamento do Processo é arquivada em banco de dados, podendo prover futuramente, informações sobre o planejamento e o histórico, que servirá de base para a otimização ou reprojetado do produto, criando um ciclo fechado de melhoria contínua.

8.3.8 -Planejamento da Produção

As operações de fabricação são traduzidas em requisitos de produção e controle de qualidade, que o pessoal do chão de fábrica usará para produzir de maneira compatível os componentes com características exigidas. Isso inclui planos de inspeção e Controle Estatístico do Processo (CEP) programas de manutenção preventiva, instruções e treinamento para operadores , assim como a elaboração de dispositivos a prova de erros, para evitar inadvertências de operadores.

No desenvolvimento de características de produção, pode-se levantar não só operações de fabricação, mas também a necessidade de compra de máquinas e equipamentos .

Com o desenvolvimento das características de processos de fabricação e o desenvolvimento características de produção e controle de qualidade, encerra-se a quarta e última matriz do modelo do QFD de quatro fases de Macabe, que é a matriz de Planejamento da Produção. A partir desse planejamento, inicia-se a produção do produto

Nessa fase de desenvolvimento de características de produção e controle da qualidade, as ferramentas auxiliares recomendadas seriam:

- *Benchmark* de processo;
- Técnicas de Taguchi.

O uso dessas ferramentas está descrito no capítulo 7.

Ao final dessa fase, através do uso do sistema especialista, toda a Matriz de Planejamento da Produção é arquivada em banco de dados, podendo prover futuramente, informações sobre o planejamento e o histórico, que servirá de base para a otimização ou reprojetado do produto, criando um ciclo fechado de melhoria contínua.

8.3.9 - Desenvolver Medições e Estabelecer Metas Quantitativas

Nas etapas de desenvolvimento, há necessidade de realizar medições das características desenvolvidas e a partir daí estabelecer metas estratégicas. Isso é necessário, porque um bom planejamento da qualidade exige comunicações precisas e nem todas informações essenciais podem ser transmitidas adequadamente, por palavras, exigindo-se uma precisão maior que é alcançada quando traduz-se em números.

No modelo proposto por JURAN[10], propõe-se padrões de medição para cada etapa definida. Logo, essa etapa de medições, não ocuparia a posição sequencial num organograma do modelo para a Qualidade desde o projeto.

Essas duas atividades aparecem em todas etapas de desenvolvimento, e são fundamentais para a elaboração da planilha do QFD, pois a primeira incide diretamente nos índices de importância (II) e as duas nas metas estratégicas (QUANTO).

8.3.10 - As outras Etapas do Modelo

Todas as etapas descritas anteriormente tem relação direta com a aplicação do sistema especialista do QFD, e por isso foram comentadas com mais detalhes. As etapas seguintes apesar de não terem essa relação, tem importância fundamental para a obtenção do produto com Qualidade. As duas etapas seguintes são:

- Produção e controle de Qualidade;
- Marketing e vendas.

A partir da aceitação ou não do produto pelo mercado, se inicia o processo de *feedback* do sistema. O *feedback* pode tomar dois caminhos, dependendo de sua *performance* na mercado. Caso o produto não tenha uma boa atuação no mercado é necessário uma reformulação do produto. Assim as etapas seriam:

- registro de reclamações dos clientes;

- análise de falha do produto;
- reprojeto.

Resumindo, o procedimento dessa etapa seria ouvir os clientes e entender o que não agradou no produto, e a partir daí, iniciar o reprojeto. O reprojeto se iniciaria por uma nova identificação das necessidades dos clientes, já que a declaração do objetivo e os clientes permanecem os mesmos. Essa nova identificação de necessidades já pode ter sido obtida na etapa de registro de reclamações dos clientes.

Caso o produto tenha um bom aceite pelos clientes, o projetista deve investir no processo de melhoria contínua do produto, já que a Qualidade é um conceito mutável. Nesse caso, o processo se reiniciaria na declaração de objetivo, que pode até permanecer o mesmo. Nesse caso, as etapas seriam:

- realimentação pelo serviço de campo;
- otimização do produto.

Com a otimização pretende-se continuar a atender às necessidades dos clientes e procurar minimizar os custos combinados do produto pois a situação ótima não permanecesse necessariamente constante. As mudanças de condições podem exigir revisões para garantir o ótimo.

Assim fecha-se o modelo, que mantém a estrutura do modelo de Juran, e o conceito de melhoria contínua do ciclo PDCA de Shewart.

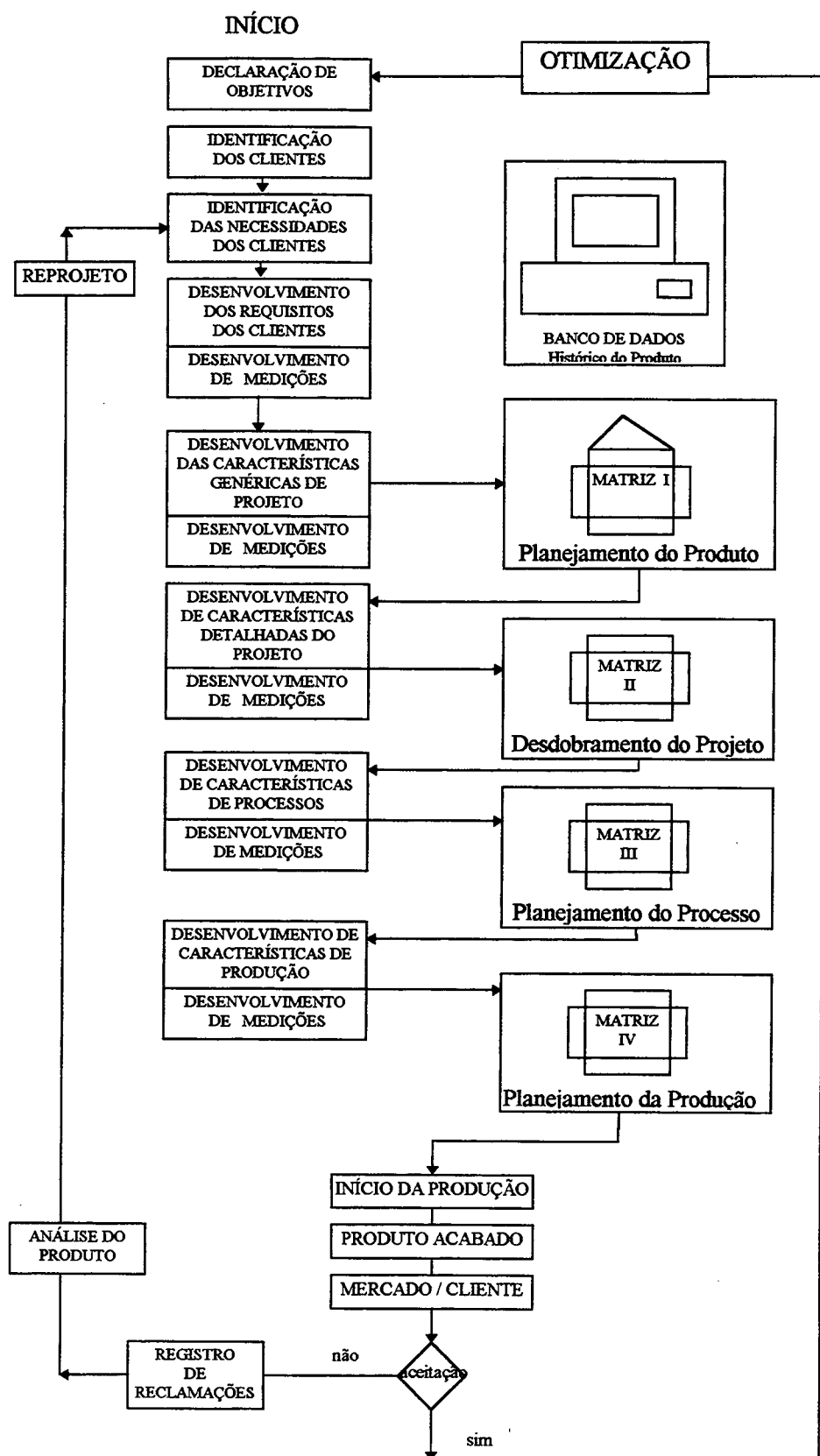


Fig. 8.2 - Modelo de Implantação do QFD

9. O ESTUDO DE CASO

Para testar a aplicabilidade do modelo de implantação do QFD, escolheu-se uma micro empresa do ramo de confecções. A escolha se baseou em dois fatos: sendo a empresa pequena, consegue-se resultados com maior rapidez, o que é importante para comprovar esse trabalho; e ainda, existe uma maior facilidade de implantar um modelo novo, que rompe com a estrutura antiga.

A empresa é dirigida por dois sócios, que, além de administrarem-na, projetam seus produtos, controlam a produção, compram matéria-prima, fornecem produtos à intermediários, etc. Possui micro computadores, que são utilizados para controle de estoque e discriminação para preço de produtos. A fabricação é feita por um grupo de costureiras que seguem as orientações dos sócios. Além da fabricação, a própria empresa também trabalha com a comercialização direta, ou seja, com o cliente externo. Esse fato facilita a visualização da aceitação do produto pelos clientes.

O produto escolhido para ser estudado é uma *mochila de trekking*. Esse produto é utilizado por montanhistas para carregar o equipamento técnico de escalada, e as provisões básicas (mantimento e vestuário). Em geral, é utilizado em condições extremas, o que requer, entre outros, resistência e conforto.

É interessante salientar que a concorrência desse produto se dá a nível mundial, com várias marcas estrangeiras no mercado nacional. Isso porque o produto em questão deve atender às necessidades desses usuários, que são bem exigentes em relação aos equipamentos utilizados, pois a sua qualidade faz parte da segurança e desempenho do esporte. Isso faz com que a qualidade do produto seja realmente fundamental.

Seguindo o modelo proposto, definiu-se o objetivo, que era lançar no mercado, um alternativa nacional para o produto. No caso desse produto em si, a idéia era que o produto ganhasse mercado, fortalecendo a imagem da marca, e com isso atrair os consumidores para outros produtos.

Como JURAN[10] afirma, a etapa de declaração de objetivo, é de fundamental importância ao projeto. De fato, pode-se comprovar isso, pois uma vez declarado o objetivo, que era fortalecer a marca com a qualidade de um produto, ficou esclarecido que não havia intenção de lucro imediato. Assim, poderia-se investir em materiais de alta qualidade e num projeto mais trabalhado. Praticamente, o preço ao cliente estaria bem próximo ao custo de sua fabricação e comercialização.

A etapa seguinte era identificar o público. De imediato, citou-se que a clientela era constituída de montanhistas. Para ter uma informação completa, sugeriu-se o uso de ferramentas auxiliares. A primeira a ser utilizada foi o *brainstorming*, para identificar outros consumidores.

Como a empresa trabalhava com a comercialização do produto, foi fácil constatar que isso não era real. A maior parte dos consumidores não eram os esportistas em questão, entretanto, praticantes de outros esportes, que a utilizavam em tarefas afins, ou apenas, simpatizantes do esporte. No entanto, o nível de satisfação desse público estava relacionado às exigências do produto para o uso no montanhismo.

Em seguida, utilizou-se um diagrama de afinidades, para juntar os consumidores em categorias. Por fim, um diagrama árvore para assegurar-se que a lista estava completa. Tendo em mãos essa lista de clientes, passou-se para próxima etapa.

A identificação das necessidades dos clientes foi obtida com um questionário simples, que trazia perguntas como: *“como você vai usá-la?”*, *“pra que fim será utilizada?”*, *“o que você espera?”*, *“qual marca e modelo você tem preferência?”*, etc. Processando esse questionário, utilizando a análise lingüística para desenvolver os requisitos do cliente, conseguiu-se uma lista de requisitos dos clientes.

Um fato interessante que foi percebido, é que muitas das necessidades expostas pelos clientes, já se referiam a características genéricas ou detalhadas do produto, e algumas vezes até, referiam-se a característica de fabricação. Esse fato foi constatado em inúmeras outras aplicações do QFD. Como uma das intenções básica da utilização do QFD é obter-se um desdobramento completo do produto, realizou-se o caminho inverso, ou seja, a partir desses dados específicos dos clientes, obtiveram-se as necessidades

pertinentes. Para isso, o diagrama árvore foi utilizado mais uma vez, sendo as características mencionadas consideradas como efeito, e os requisitos como causas.

Os requisitos foram traduzidos em termos técnicos, ou seja, em características genéricas do produto. Nessa fase, utilizou-se mais uma ferramenta auxiliar, a Análise de Valor, que facilitou a identificação das funções do produto, bem como as novas funções que precisavam ser incorporadas no produto, e na determinação de áreas que trariam um aumento de valor.

No final dessa etapa, com os dados obtidos, utilizou-se o sistema especialista para realizar o Planejamento do Produto. A utilização da metodologia do QFD e do sistema especialista, deram uma grande facilidade para a concepção do produto, principalmente pelo desdobramento organizado. Sendo que ao final da fase, já se tinha o produto vislumbrado.

A partir dessa lista as características genéricas foram traduzidos em termos técnicos, ou seja, em características detalhadas do produto. Com uma relação das marcas e modelos concorrentes que mais agradavam os cliente, foi feito um *benchmark* de produto, onde pode-se constatar quais elementos de qualidade traziam essa preferência. Com esses novos dados, realizou-se com o sistema especialista, o Desdobramento do Projeto, a segunda fase do modelo de Macabe.

Com o posicionamento pelo score relativo das características genéricas que o produto deveria ter, desenvolveu-se a característica de processos ou fabricação necessárias para obtê-las.

Nessa etapa, constatou-se que os dirigentes da empresa não conheciam o potencial de fabricação que dispunham, nem a capacidade das máquinas. A solução encontrada, foi obter as informações diretamente com o corpo produtivo.

A partir dessas informações, desenvolveu-se as características de processos, onde foram propostas opções de processo, inclusive alternativas não utilizadas, condições operacionais, e definidos procedimentos de operação e controle. Dentro dessas características de processo, percebeu-se ainda, a necessidade de organizar o ciclo do processo, o que não era bem definido. Com esses dados, formou-se a terceira matriz no sistema especialista, a matriz de Planejamento do Processo.

Por fim, desenvolveu-se as características de produção, que entre outras, incluía, instruções e treinamento para costureiras, e a necessidade de compra de ferramentas adequadas. Esse tipo de planejamento nunca tinha sido realizado antes, nessa empresa.

Iniciou-se a produção, e logo tinha-se em mãos modelos experimentais do produto. Estes foram lançados em campo, com pessoas consideradas especialistas, objetivando testá-las. Ao final do teste, algumas modificações ainda foram sugeridas. Essa fase de reprojeção, prevista no modelo desenvolvido nesse trabalho, trouxe novas necessidades de clientes, que se incorporaram ao ciclo, formando um novo produto.

O novo modelo teve boa aceitação junto ao público, que reconheceu a qualidade do novo produto. Logo, o objetivo de fortalecer a marca, através da aceitação de um produto de qualidade, estava sendo alcançado.

Os proprietários da empresa ainda questionaram a validade do uso do QFD, principalmente pelo tempo gasto. Mas em compensação, reconheceram que tinham em mãos, um desdobramento completo do produto, e a partir disso, passaram a conhecê-lo mais. Citaram ainda que a ferramenta era válida, pois com desdobramento minucioso, podia-se calcular valores e custos do produto, principalmente em relação à tomada de decisões em relação a possíveis mudanças do produto.

Constatou-se ainda, que a implantação do QFD proveu um censo de comum acordo e responsabilidade pelo produto, dando um novo incentivo ao trabalho em equipe, ligando atividades como fornecimento de matéria-prima, fabricação controle, projeto e comercialização.

10 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O trabalho foi dividido basicamente em três partes maiores, a saber:

- a utilização do QFD como ferramenta para a Qualidade;
- a utilização de sistemas especialista na aplicação do QFD;
- o modelo de implantação do QFD.

Sobre essas três partes, apresenta-se as conclusões e recomendações a seguir.

10.1 - Sobre a Utilização do QFD como Ferramenta para a Qualidade

O QFD apresenta uma relativa simplicidade e eficácia e pode ser usado como ferramenta para desenvolvimento e planejamento de produtos. No entanto, é uma ferramenta que requer um tempo maior na fase de coleta e tratamento de dados, principalmente no que diz respeito ao cliente. Para sua eficaz aplicação, a empresa deve conhecer bem as ferramentas de coleta e tratamento de dados e ter consciência que despendará um tempo maior na fase de desenvolvimento do produto.

Com isso, garante-se uma maior aceitação do produto no mercado e uma maior adaptação ao processo produtivo da empresa, que acaba reduzindo o ciclo de fabricação do produto. Em parte, a utilização do QFD em sistemas especialista e a utilização do modelo desenvolvido, é uma solução para a otimização do tempo de desenvolvimento do produto.

A empresa que pretende utilizar o QFD deve saber que essa é uma ferramenta da Garantia da Qualidade, e por isso requer um gerenciamento multifuncional. Nesse tipo de gerenciamento, divisões da empresa estabelecem em conjunto, as metas de qualidade a serem atingidas, realizando assim, uma maior integração e participação de toda as partes empresa. E é esse o principal benefício do QFD: ele força a empresa a pensar e trabalhar

junta na direção certa. Portanto, é importante que seja implantado esse tipo de gerenciamento.

Sobre a questão das reivindicações do cliente, que procurou-se não ir muito adiante nesse trabalho, existem dois trabalhos que abordam a percepção de necessidades e a transformação de necessidades em requisitos de projeto. Esses trabalhos são CARPES Jr.[25] e FONSECA[24], relacionados adiante na bibliografia, que podem contribuir como pré-etapas para o presente trabalho.

10.2 - Sobre a Utilização de Sistemas Especialistas na Aplicação do QFD.

Se o QFD é uma ferramenta poderosa, a sua aplicação em sistemas especialistas o torna mais poderoso ainda. A rapidez oferecida pelos computadores e a formulação de um organizado arquivo do histórico do produto, são as principais prerrogativas para sua utilização em sistemas especialistas.

E a forma de apresentação do sistema especialista proposta nesse trabalho mostrou-se eficaz. Estudando outros sistemas especialistas e *softwares* desenvolvidos, percebeu-se que existia uma certa dificuldade em suas utilizações, principalmente pelo formato da planilha QFD. Isso porque, para a utilização desses sistemas especialistas e *softwares* de QFD era necessário um estudo prévio, para familiarizar-se com o método, e aprender a sua utilização

A formulação do sistema especialista de forma a não apresentar a morfologia da planilha da "casa da Qualidade", mas mantendo o nível estrutural de aquisição e processamento de dados deu uma utilização mais fácil e agradável.

Ou seja: um usuário qualquer, sem conhecimento da metodologia, pode utilizar facilmente o QFD, pois é o sistema especialista que monta a planilha e apresenta o resultado.

Isso é um grande avanço na popularização ou na difusão do QFD, e por consequência, do TQC e da orientação do produto ao consumidor.

Isso foi comprovado de fato, pois o sistema especialista foi utilizado experimentalmente por projetistas que não conheciam o QFD, e conseguiram chegar a resultados concretos, sem grandes dificuldades.

No decorrer do período de desenvolvimento do sistema especialista percebeu-se a dificuldade de trabalhar com conceitos abstratos de Qualidade e transformá-los em números para o processamento. A solução encontrada foi trabalhar com conjuntos difusos, o que não foi incluído nesse trabalho, sendo essa a principal recomendação.

Um sistema especialista de QFD com lógica difusa processaria de melhor forma os conceitos e ainda com as relações, correlações e das variáveis e confronto de decisões. Sugere-se no entanto, que mantenha-se a forma de apresentação e comunicação com o usuário apresentada nessa dissertação.

10.3 - Sobre o Modelo de Implantação do QFD

A implantação do QFD apresenta um grande potencial para gerenciar o processo de projeto e fabricação do produto. Mas para isso, é interessante que a empresa que o implantará, já adote o TQC, pois assim garante-se alguns requisitos importantes como a participação multifuncional e o conhecimento de ferramentas da qualidade.

Para a aplicação do QFD na sua totalidade, exige-se uma remodelação da empresa em termos organizacionais e técnicos. O modelo desenvolvido nesse trabalho representa apenas uma proposta de planejamento do projeto e desenvolvimento do produto. Aspectos como a implantação da multi-funcionalidade e organização e relações interdepartamentais não foram levantados.

No entanto, em termos de planejamento para a qualidade, o modelo é coeso, apresentando uma sequência lógica de procedimentos, direcionados à um fim, que é a participação do cliente na melhoria contínua da qualidade do produto. Como o modelo desenvolvido apresenta uma estrutura semelhante ao modelo de Juran, com modificações que não alteraram sua essência, conclui-se que tenha a mesma eficácia.

O estudo de caso apresentado, trouxe bons resultados e informações, apesar da empresa não trabalhar com conceitos básicos para a implantação, como o TQC e a participação multifuncional. A maior dificuldade de implantação do modelo, esteve relacionada à um descrédito inicial dado à uma nova metodologia de trabalho e a uma preocupação em obter-se resultados rápidos, em detrimento de um planejamento completo.

Além da característica de desdobramento do planejamento do produto, que forneceu um histórico do ciclo do produto, facilitando o reprojeto e as otimizações, pôde-se constatar que o QFD levantou questões antes desconhecidas pela empresa, tais como: conhecimento do público, soluções alternativas, capacidade dos processos, necessidade de definir padrões, necessidade de instruir para alcançar metas estabelecidas, etc. O QFD trouxe ainda, um melhor entrosamento entre toda a empresa, pelo fato de que, os responsáveis pelo projeto tiveram a necessidade de conhecer todo o processo, e os níveis operacionais, para dar informações concisas, tiveram que tomar conhecimento do que se propunha alcançar, deixando de serem simples operadores para serem colaboradores.

Sobre uma possível reconstrução do modelo, recomenda-se que se inclua um desdobramento da assistência técnica pós-venda, um método de coleta e tratamento de dados mais bem definido com *feed-back* da voz do cliente, e que se defina um cronograma lógico apresentando definição do projeto, início do projeto, pré-concepção do produto, protótipo, produto final e reciclagem do produto.

11 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AKAO, Y., *Quality Function Deployment - Integrating Customer Requirements into Product design*. Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, 1988.
- [2] HULLMAN, D., *The mechanical Design process*. McGraw Hill, Singapura, 1992.
- [3] CLAUSING, D and Hauser, J., *Havard Business Review*, 66(3), pg 63-73, May-June, 1988.
- [4] HUBKA, V., *Theory of technical systems*. Springer-Verlag, London, 1988.
- [5] EUREKA, William E., e Ryan, Nancy E., *QFD - Perspectivas Gerenciais do Desdobramento da Função Qualidade*. Qualimark Editora.
- [6] KING, B., *Better Desings inHalf the Time - implementing QFD - Quality Function Deployment in America*. Goal QPC, Methuen, MA, 1989.
- [7] MARTORANO, E., *O QFD no projeto e desenvolvimento de produto com ênfase na abordagem de quatro fases*. UFSC, 1993
- [8] KAPPA. User's Guide. IntelliCorp Inc., Junho, 1991.
- [9] JURAN, J.M., *Juran na liderança pela qualidade - Um guia para executivos*. Pioneira 1990

[10] JURAN, J.M., *A Qualidade desde o projeto- Os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços*. Pioneira, 1992.

[11] MIRSHAWKA, Victor , Mirshanka Jr., Victor . *QFD - A Vez do Brasil*. São Paulo: Makron Books

[12] PAHL, Beitz, *Engineering Design*. Springer-Verlag, London, 1988

[13] RAMASWAMY, R. and Ulrich, K., *Augmenting the House of Quality with Engineering Models, design Theory An Methodology*, Vol.42, ASME, 1992.

□

[14] FIATES, Gabriela Gonsalvez Silveira. *A utilização do QFD como suporte à implementação do TQC em empresas do setor de serviço*. UFSC, Florianópolis, 1995.

[15] KENNY, Andrew A. *A New Paradigm for Quality Assurance* . Quality Progress, pg 30-32, June, 1988.

[16] FISCHLER , Martin A. e FIRSCHEIN, Oscar. *Intelligence - the eye, the brain and the computer*. Massachussets, adinson-Wesley, 1987.

[17] GENARO, Sérgio. *Sistemas Especialistas:o conhecimento artificial*. São Paulo, LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1986.

[18] CORREDOR, Martha V.M.. *Sistemas Tutoriais Inteligentes*. Boletín de Informática Educativa. Bogotá, Empresa Editorial Universidade Nacional de Colombia, 1989.

[19] PASSOS, Emanuel L.. *Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas*. Rio de Janeiro, LTC-Livros Técnicos e Científicos S.A., 1989.

[20] ADELI, H., *Expert Systems in construction and structural engineering*. Artificial Intelligence and Expert Systems. Chapman and Hall, 1988.

[21] RAGSDALE, Cliff T. ,*Deriving Conclusions in expert systens when knowledge is incomplete*. Computers Ops. Res., vol. 20, 1993.

[22] PALADINI, Edson Pacheco. *Avaliação da qualidade por atributos*. Florianópolis, UFSC, 1992.

Controle da qualidade: uma abordagem abrangente. São Paulo: Atlas, 1990.

[23] FALCONI, Vicente . *TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Rio de Janeiro, Bloch Editores, 1992

[24] FONSECA, Antonio Jorge Hernández. *Determinação de um conjunto mínimo para as especificações de projetos de produtos industriais*. Florianópolis: UFSC, 1996..

[25] CARPES, W. - *Modelo para a percepção de necessidades visando à implantação de um negócio*.UFSC, 1995.

[26] MILES, Lawrence D. - *Techniques of value analysis and Engineering*. New York, McGraw Hill, 1972.

[27] PALADINI, Edson Pacheco. *Controle da qualidade: uma abordagem abrangente*. São Paulo: Atlas, 1990.

[28] YUKI, Mauro Mitio e Pagano, Robin Alves. *QFD Desdobramento da Função Qualidade*. Apostilas de curso,Florianópolis, Fundação Certi.

12.BIBLIOGRAFIA

Adeli, H., *Expert Systems in construction and structural engineering*. Artificial Intelligence and Expert Systems. Chapman and Hall, 1988.

Akao, Y. *Quality Function Deployment - Integrating Customer Requirements into Product design*. Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, 1988.

Albarus. *QFD-Project course manua*. Responsible Manegement Inc., 1990.

Alexander, C., *Notes on the synthesis of form - Havard University Press, Cambridge, 1971*.

Back, N., *Metodologia de projetos de produtos industriais*. Editora Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1993.

Bonnsiepe, G., *Teoría y práctica del diseño industrial - Centro Português de Design, 1992*.

Carpes Jr., Widomar P., *Modelo para percepção de necessidades, visando a implantação de um negócio*. UFSC, Florianópolis, 1995.

Clausing, D and Hauser, J., *Havard Business Review*, 66(3), pg 63-73, May-June, 1988.

Corredor, Martha V.M., *Sistemas Tutoriais Inteligentes*. Boletín de Informática Educativa. Bogotá, Empresa Editorial Universidade Nacional de Colombia, 1989.

Csillag, João Mário - "*Análise do Valor - Metodologia do Valor*", Editora Atlas, São Paulo, 1991.

Delatore, J.P., Preil, E.M., Vora, M.K., *Translating Customer Needs Into Product Specifications*, Quality Progress, pg 50-53, January, 1989.

De Vera, D., Glennon, T., Kenny, A., Khan, W., Mayer, *An Automotive Case Study*, Quality Progress, pg 35-38, June, 1988.

Eureka, William E., e Ryan, Nancy E., *QFD - Perspectivas Gerenciais do Desdobramento da Função Qualidade*. Qualimark Editora.

Falconi, Vicente . *TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Rio de Janeiro, Bloch Editores, 1992.

Fallon, Carlos. *Value Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall, 1971.

Fiates, Gabriela Gonsalvez Silveira. *A utilização do QFD como suporte à implementação do TQC em empresas do setor de serviço*. UFSC, Florianópolis, 1995.

Fischler , Martin A. e Firschein, Oscar. *Intelligence - the eye, the brain and the computer*. Massachussets, adinson-Wesley, 1987.

Fonseca, Antonio Jorge Hernández. *Determinação de um conjunto mínimo para as especificações de projetos de produtos industriais*. Florianópolis: UFSC, 1996..

Genaro, Sérgio. *Sistemas Especialistas: o conhecimento artificial*. São Paulo, LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1986.

Greve, John W., Wilson, Frank W. *Value Engineering in manufacturing*. New Jersey: Prentice-Hall, 1992.

Harrington, H. James - "*Aperfeiçoando Processos Industriais*". São Paulo, Makron Books, 1993.

Huge, Ernest C., Anderson, Alan D. "*Guia para a Excelência de Produção*", Editora Atlas, São Paulo, 1993.

Hubka, V., *Theory of technical systems*. Springer-Verlag, London, 1988.

Hullman, D., *The mechanical design process*. McGraw Hill, Singapura, 1992.

Juran, J.M., *Juran na liderança pela qualidade - Um guia para executivos*. Pioneira 1990

Juran, J.M., *A Qualidade desde o projeto- Os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços*. Pioneira, 1992.

KAPPA. User's Guide. IntelliCorp Inc., Junho, 1991.

Kano, Noriaki. *A qualidade atrativa e a obrigatória*. Hinshitsu, 1984.

Kenny, Andrew A., *A New Paradigm for Quality Assurance*, Quality Progress, pg 30-32, June, 1988.

King, B., *Better Designs in Half the Time - implementing QFD - Quality Function Deployment in America*. Goal QPC, Methuen, MA, 1989.

Kogure, M., Akao, Y., *Quality Function Deployment and CWQC in Japan*, Quality Progress, pg 25-29, October, 1983.

Lubben, T. R. "*Just-in-Time - Uma Estratégia Avançada de Produção*", McGraw-Hill, São Paulo, 1989.

Martorano, E., *O QFD no projeto e desenvolvimento de produto com ênfase na abordagem de quatro fases*. UFSC, 1993

Miles, Lawrence D. - *Techniques of value analysis and Engineering*. New York, McGraw Hill, 1972.

Mirshawka, Victor , MIRSHAWKA Jr., Victor - *QFD - A Vez do Brasil*. Makron Books

Mizumo, Shigeru. *Company wide quality Control*. Tóquio, Asian Productivity Organization, 1988.

Mizumo, Shigeru. *Manegement for quality improvent: the seven new quality control tools*. Toquio, Asian Productivity Organization, 1990.

Pahl, Beitz, *Engineering Design*. Springer-Verlag, London, 1988

Paladini, Edson Pacheco. *Controle da qualidade: uma abordagem abrangente*. São Paulo: Atlas, 1990.

Paladini, Edson Pacheco. *Avaliação da qualidade por atributos*. Florianópolis, UFSC, 1992.

Passos, Emanuel L., *Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas*. Rio de Janeiro, LTC-Livros Técnicos e Científicos S.A., 1989.

Pereira, M. - *Um sistema especialista para programação da produção na indústria da argamassa armada*. UFSC, 1994

Porter, M.E., *Estratégia competitiva - Técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. Editora Campus 1991

Ramaswamy, R. and Ulrich, K., *Augmenting the House of Quality with Engineering Models, design Theory An Methodology*, Vol.42, ASME, 1992.

Ragsdale, Cliff T. *Deriving Conclusions in expert systems when knowledge is incomplete*. Computers Ops. Res., vol. 20, 1993.

Rosa, E. e outros, *Novos enfoques para concepção de produtos com o uso de sistemas CAE/CAD/CAM* - Cicongraf, São Paulo, 1995.

Selig, Paulo. *Avaliação empresa consumidor, uma abordagem integrada*. Florianópolis, UFSC, 1992.

Sullivan, Lawrence P., *Policy Management Through Quality Function Deployment*, Quality Progress, pg 18-20, June, 1988.

Taguchi, Genichi, Clausing, Don. *Robust quality*. Havard Business Review, jan/fev. 1990.

Yoshikawa, *Design Philosophy. The state of art* vol.38, Annales of the CIRP, 1989.

Yuki, Mauro Mitio e Pagano, Robin Alves. *QFD Desdobramento da Função Qualidade*. Apostilas de curso, Florianópolis, Fundação Certi.

Waterman, Donald A., *A guide to Expert Systems*. Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1986.

Wynn, H.P., *Robust engineering design with Design Function Deployment - DFD*. ICED, 1993.

APÊNDICE

Mochila de Trekking

10 12 95

Nome do Cliente: _____

Idade: _____

Ocupação: _____

1- Que imagem vem a sua mente quando se fala em mochila para *trekking* ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2 - Quando voce comprou ou quando deseja comprar uma mochila de *trekking* o que voce levou ou levaria em consideração?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3 - Quais novas características voce gostaria de encontrar num lançamento novo de mochila de *trekking*?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4 - Quais as reclamações, os problemas e as fraquezas que voce gostaria de mencionar sobre as mochilas de *trekking* encontradas no mercado?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Itens de verificação:

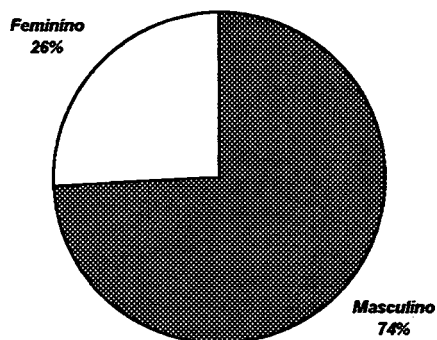
capacidade e volume
resistência das costuras
resistência da cordura
acessórios

bolsas extras
desing
tamanho
cores

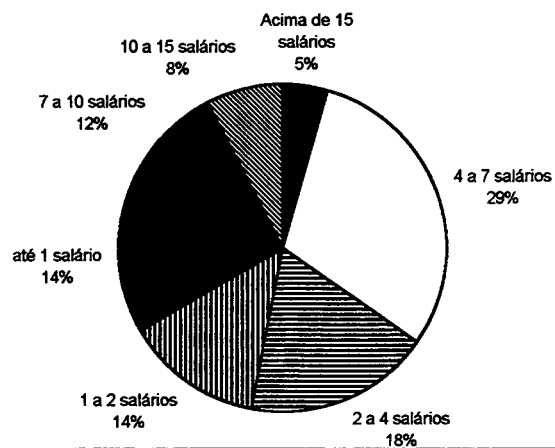
garantia
aparência

PESQUISA PARA O PERFIL DO CLIENTE

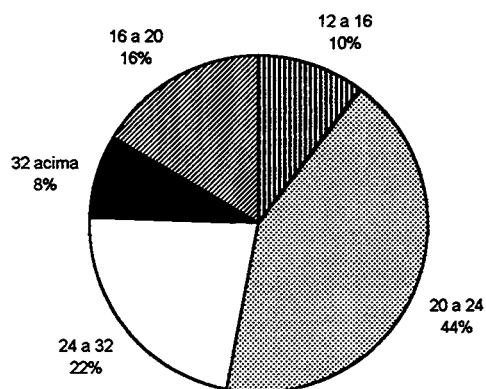
Sexo dos Clientes Entrevistados



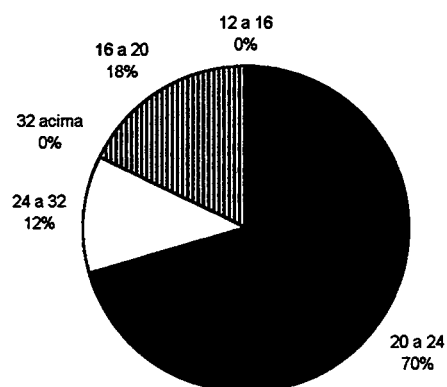
Renda dos Entrevistados



Idade Clientes Masculinos



Idade Clientes Femininos



PERFIL DO CLIENTE: sexo masculino, idade de 18 a 32 anos,
com uma renda de 2 a 4 salários

ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS PARA O ÍNDICE DE IMPORTANCIA

METODOLOGIA UTILIZADA

O método utilizado nessa pesquisa para traduzir a importância em números foi associar valores numéricos da seguinte maneira :

- importante - 1;
- muito importante - 3;
- importantíssimo - 5.

Os valores obtidos foram somados e divididos pelo número de entrevistados.

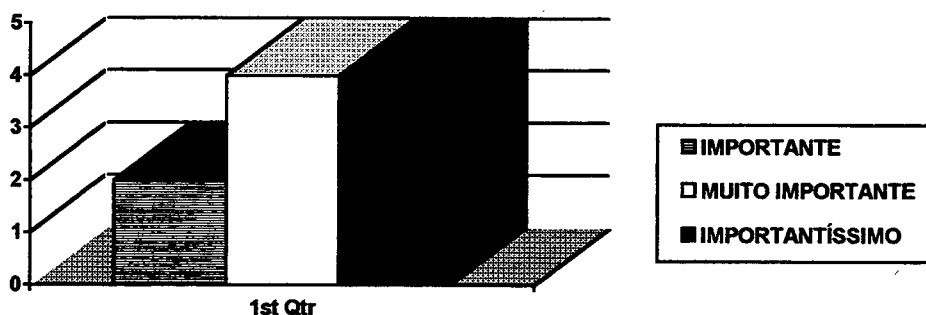
Autores como EUREKA[], MIRSAWKA[], sugerem que seja utilizado para essa pesquisa de índice de importância, uma relação de adjetivos/números da seguinte forma : 5 - imprescindível; 4 - extremamente importante; 3 - muito importante; 2 - razoavelmente importante; 1 - levemente importante; 0 - indiferente. De fato, uma primeira pesquisa foi feita seguindo essa sugestão, mas não logrou êxito. A tendência natural do entrevistado foi de assinalar sempre os índices extremamente importante (4) e imprescindível (5), não sendo assim um resultado representativo.

O método desenvolvido nesse trabalho tentou desviar essa tendência, tornando a caracterização dos requisitos uma comparação. Esse método não tem pretensões de se equiparar aos métodos estatísticos ou qualitativos, sendo apenas uma aproximação da realidade, para a concretização do trabalho.

TENDÊNCIA

Outra aproximação diz respeito ao tratamento de dados. Os índices não foram obtidos simplesmente pela média aritmética. Foi utilizado o conceito de tendência para obter uma melhor aproximação da realidade do cliente.

Na figura mostrada (hipotética), num universo de 10 entrevistados, dois responderam que um determinado requisito era importante, 4 responderam que era muito importante e 4 responderam que era importantíssimo. Considera-se que se for feita a média entre os dados obtidos para importantíssimo e muito importante, estaremos agradando 80 % dos clientes. Esse procedimento evita que dados isolados, que trariam pouco retorno em termos de satisfação geral, influenciem no levantamento do índice em questão.



RESULTADO:

Universo: 19 pessoas (dentro do perfil definido) entrevistadas

REQUISITOS	RELAÇÃO pontos/entrevistados	ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA
1)possuir compartimentos	$40/19 = 2.1$	2
2)ter capacidade de volume	$42/19 = 2.2$	2
3)proteger conteúdo	$55/19 = 2.8$	3
4)ser resistente	$92/19 = 4.8$	5
5)ser confortável	$65/19 = 3.5$	4
6)ser anatômica	$62/19 = 3.3$	3
7)possuir assistência técnica	$47/19 = 2.5$	2
8)preço acessível	$95/19 = 5.0$	5

Mochila de Trekking**ÍNDICES DE IMPORTÂNCIA**

Nome do Cliente: _____

Idade: _____

Ocupação: _____

Abaixo estão listados 8 requisitos que julgamos serem importantes para o projeto de um novo modelo de mochila para trekking. De acordo com sua opinião pessoal, marque cada um desses requisitos, se são importantes, muito importantes, ou importantíssimos:

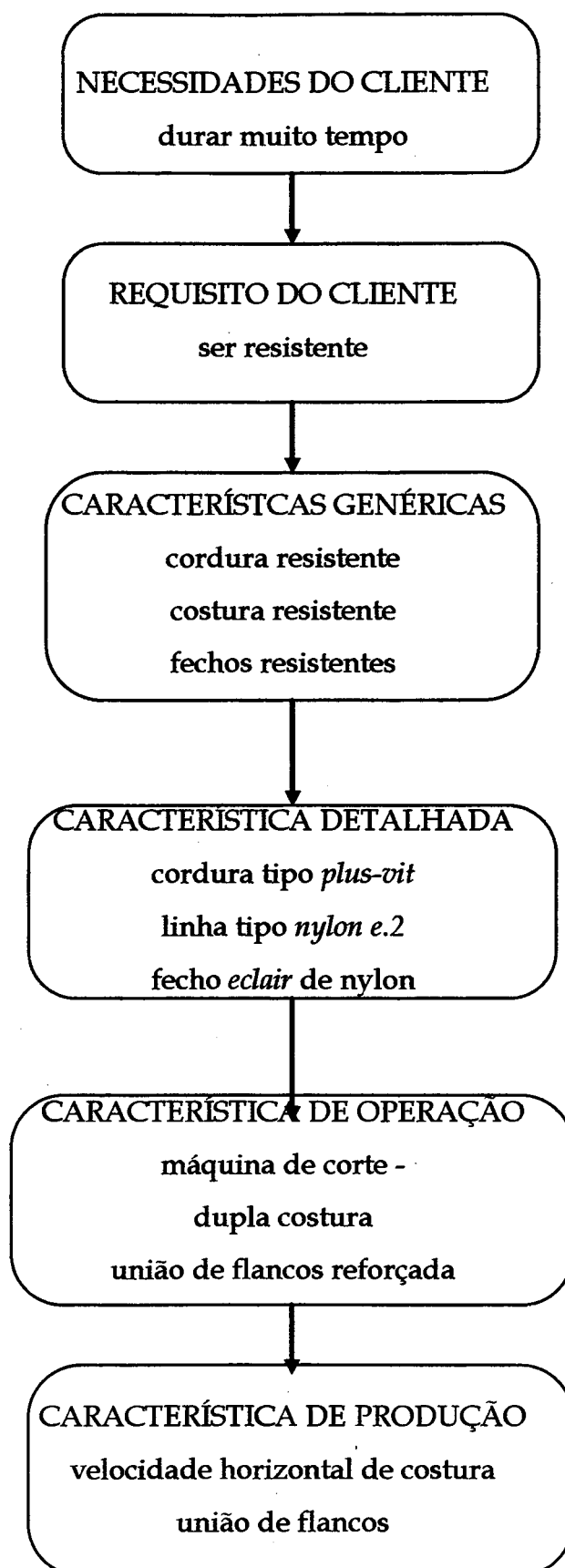
- | | |
|-----------------------|---|
| 1)conter equipamentos | importante/muito importante/importantíssimo |
| 2)proteger conteúdo | importante/muito importante/importantíssimo |
| 4)ser resistente | importante/muito importante/importantíssimo |
| 5)ser confortável | importante/muito importante/importantíssimo |
| 6)ser anatômica | importante/muito importante/importantíssimo |
| 7)ter manutenção | importante/muito importante/importantíssimo |
| 8)preço acessível | importante/muito importante/importantíssimo |

TRADUÇÃO DAS NECESSIDADES EXTRAÍDAS DA VOZ DO CLIENTE

voz do cliente	nº de citações	tradução
• possuir vários compartimentos	12	-conter equipamento
• ser impermeável	14	-proteger conteúdo
• ser resistente	15	-ser resistente
• durar muito	7	-ser resistente
• confortável	11	-ser confortável
• distribuir bem o peso	7	-ser confortável -ser anatômica
• não machucar as costas	6	-ser confortável -ser anatômica
• forro impermeável	6	-proteger conteúdo
• forro de plástico resistente	5	-proteger conteúdo -ser resistente
• água entra por baixo quando a mochila está em repouso	2	-proteger conteúdo
• não descosturar	8	-ser resistente
• caber todo equipamento básico de trekking	4	-conter equipamento -possuir compartimentos
• compartimento para mantimentos	3	-possuir compartimentos -conter equipamento
• possuir alça de cintura	8	-ser confortável
• não rasgar	6	-ser resistente
• costura dupla	3	-ser resistente
• preço barato	16	- ter preço acessível

• não possuir fechos por trás (evitar roubos)	2	-conter equipamentos -ter boa apresentação
• designer anatômico	2	-ser anatômica -ter apresentação
• possuir cores chamativas	5	-ter boa apresentação -ter visualização
• fácil visualização em campo		
• 2 tipos de cores	4	-ter boa apresentação
• venda de peças de reposição	6	-ter manutenção
• fecho não enferrujar	3	-ser resistente
• fecho não arrebentar	4	-ser resistente
• possuir presilha para colocação de volume extra (volume externo)	4	-conter equipamento

EXEMPLO DE DESDOBRAMENTO:



[illegible]

DIREÇÃO DE MELHORIA			O QUE	COMO	IMPORTÂNCIA	
TELHADO	MATRIZ	PESOS				
● Forte	● Forte	9				
		Máximo ↑				
VALOR – ALVO	IMPORTÂNCIA ABSOLUTA	IMPORTÂNCIA RELATIVA	3	2	4	4
boa apresentação	5	3	4	4	4	4
preço acessível	5	3	4	4	4	4
visualizável	5	3	4	4	4	4
manutenção	5	3	4	4	4	4
anatômica	5	3	4	4	4	4
confortável	4	4	4	4	4	4
resistente	4	4	4	4	4	4
integer conteúdo	4	4	4	4	4	4
nter equipamento	3	3	4	4	4	4
ssuair compartimentos	2	2	4	4	4	4
volume interno	2	2	4	4	4	4
volumes anexáveis	2	2	4	4	4	4
volumes penduláveis	2	2	4	4	4	4
compartimentos diferenciados	1	27	2	2	2	2
compartimentos secretos	3	57	1	1	1	1
compartimentos escamoteáveis	2	45	1	1	1	1
isolamento térmico	1	36	-5 a	-5 a	-5 a	-5 a
isolamento mecânico	3	72	>	>	>	>
isolamento higrópigo	2	40	semi-i	semi-i	semi-i	semi-i
alça resistente	2	39	200Kg	200Kg	200Kg	200Kg
cordura resistente	4	81	3 anos	3 anos	3 anos	3 anos
costura resistente	3	57	3 anos	3 anos	3 anos	3 anos
costura sintética	2	39	>	>	>	>
prendedores resistentes	2	39	3 anos	3 anos	3 anos	3 anos
fechos resistente	4	81	3 anos	3 anos	3 anos	3 anos
forro resistente	4	81	3 anos	3 anos	3 anos	3 anos
alças ergométricas (de ombro)	4	81	ajustáv	ajustáv	ajustáv	ajustáv
alças ergométricas (de quadril)	4	81	ajustáv	ajustáv	ajustáv	ajustáv
alças ergométricas (de tórax)	4	81	ajustáv	ajustáv	ajustáv	ajustáv
distribuição de peso	4	81	conf. p	conf. p	conf. p	conf. p
volume (forma) ergométrico	4	81	conf. p	conf. p	conf. p	conf. p
configuração ortopédica	4	81	conf. p	conf. p	conf. p	conf. p
estabilidade de centro de gravidade	4	81	conf. p	conf. p	conf. p	conf. p
assistência técnica	1	32	total	total	total	total
facilidade de restauração	2	42	>	>	>	>
componentes padronizados	3	72	todos	todos	todos	todos
componentes universais	3	72	todos	todos	todos	todos
projeto simplificado	3	72	>	>	>	>
produção padronizada	2	45	total	total	total	total
cordura colorida	1	27	3 core	3 core	3 core	3 core
bom acabamento	1	36	conf. p	conf. p	conf. p	conf. p